

## НТК-2007

### Секция «Городское строительство и хозяйство»

#### Подсекция «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия»

Руководитель подсекции зав. кафедрой ОФИГиГ Швецов Г. И.

Секретарь ассистент кафедры ОФИГиГ Дудкин Е. С.

Дата проведения 18.04.07. ауд.520 Г.к.

### ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ПУЧИНИСТЫХ ГРУНТАХ

Шушакова О.Ю. - студент ТГВ-41, Вяткина Е.И. – к.г.-м.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Морозное пучение - увеличение объёма промерзающих влажных грунтов вследствие кристаллизации в них воды, образующей ледяные прослойки, линзы и т. д., и разуплотнения минеральных частиц. Наиболее подвержены морозному пучению глинистые породы, поскольку их морозное пучение зависит не только от собственной влажности, но и от миграционной влаги, поступающей в промерзающий грунт из смежных немёрзлых зон.

Деформации морозного пучения - результат воздействия на конструкцию так называемых нормальных и касательных сил. Значительное увлажнение пучинистых грунтов приводит к тому, что при замерзании они увеличиваются в объеме намного больше, чем грунты с меньшей влажностью. Это влечет за собой возрастание уровня деформаций, и, как следствие, необходимость более серьезной защиты фундаментов от воздействия сил морозного пучения.

При промерзании грунта можно выделить три слоя: сверху — замерзающий грунт, снизу — талый и между ними — динамический слой. Эта система в холодное время года находится в движении и изменяется в зависимости от притока холода сверху. В переходном слое протекают фазовые изменения воды и возникают силы морозного пучения, опасные для фундаментов. Еще более опасно опускание зоны промерзания ниже подошвы фундамента.

Для предотвращения проявления сил морозного пучения или их максимального уменьшения в ходе эксплуатации зданий и сооружений нужно осуществлять постоянный уход за фундаментами: не допускать срезки или подсыпки грунта вокруг здания; сохранять в исправном состоянии отмостку; исключать скопление воды у здания, а тем более подтопление фундамента; проводить другие меры, предусмотренные инструкцией по эксплуатации.

Выпучивание фундаментов зданий в период их эксплуатации объясняется следующими факторами:

- содержанием в грунте, в зоне сезонного промерзания, более 30 % (по массе) пылеватых частиц диаметром от 0,5 до 0,005 мм;
- промерзанием грунтов в зоне основания фундаментов, наличием влаги в грунте;
- превышением сил пучения над давлением вышележащих частей здания;
- неправильной конструкцией фундамента — невыполнением в ходе строительства противопучинных мероприятий (безанкерная конструкция фундамента, отсутствие обмазки, исключаяющей смерзание грунта со стенками фундамента, и др.).

Важным противопучинным мероприятием является защита оснований и окружающего фундамент грунта от избыточного увлажнения и промерзания: нельзя допускать повышения влажности грунта в зоне 5 м вокруг здания, а также создавать условия (например, срезать грунт вокруг здания), способствующие промерзанию основания.

Значительное увлажнение пучинистых грунтов приводит к тому, что при замерзании они увеличиваются в объеме намного больше, чем грунты с меньшей влажностью. Это влечет за собой возрастание уровня деформаций, и, как следствие, - необходимость более серьезной защиты фундаментов от воздействия сил морозного пучения. Одним из путей уменьшения активности пучинистых грунтов является устройство дренажа, позволяющее понизить влажность грунта за счет снижения уровня грунтовых вод.

При возведении зданий на пучинистых грунтах необходимо под основанием фундамента устраивать подушку из промытого песка, гравия или гравелисто-щебеночную подсыпку. Основание из этих непучинистых материалов будет препятствовать воздействию на подошву фундамента нормальных (выталкивающих) сил морозного пучения.

При раскрытии сооружения в связи с ремонтными работами, если под фундаментами залегают пучинистые грунты, нужно предотвратить их промерзание и пучение, временно утеплив фундаменты. Опыт показывает, что нарушение условий сохранности фундаментов приводит к разрушению зданий после многих лет их нормальной службы.

Основные виды воздействия сил морозного пучения на подземные конструкции и основные мероприятия по их предотвращению приведены в таблице.

Причины, вызывающие деформации конструкций	Конструктивные решения
Воздействие нормальных сил морозного пучения на подошву фундамента	Устройство подсыпки толщиной 100-200 мм под подошвой фундамента из непучинистого грунта: гравелистого, крупного или средней крупности песка, гравия, щебня или песчано-щебеночной смеси
Воздействие касательных сил морозного пучения на боковые поверхности фундаментов и стен подвалов	Устройство обмазки боковой поверхности фундаментов и стен подвалов, уменьшающей их шероховатость и силы сцепления со смерзшимся пучинистым грунтом на глубину промерзания; обратная засыпка пазух фундамента на всю глубину промерзания непучинистым грунтом; ширина засыпки по низу выемки должна быть не менее 0,5 м
Увлажнение пучинистого грунта атмосферными осадками	Устройство отмостки с уклоном 3-5 <sup>0</sup> в сторону от здания, ширина которой превышает ширину выемки для обратной засыпки
Увеличение влажности пучинистого грунта из-за повышения уровня грунтовых вод	Устройство дренажа для понижения уровня грунтовых вод и их отвода от фундамента
Заиливание непучинистых грунтов пылевато-глинистыми частицами	Защита песчаной подсыпки от проникновения в нее частиц пучинистых грунтов специальными фильтрующими материалами

#### ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ

Молчанов М.А. – студент гр. ТГВ – 41Ю Вяткина Е.И. – к.г.-м.н., доцент  
 Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Концепция «умного дома», родившаяся в семидесятых годах прошлого века, была ориентирована, прежде всего, на экономию электроэнергии, которая обходилась, да и по сей день обходится американцам и европейцам очень дорого. В основе концепции лежало размещение в жилом доме различных датчиков (движения, инфракрасных и др.), определявших, находится ли кто-нибудь в помещении, что позволяло включать и выключать

свет в зависимости от наличия людей в комнате, а также при необходимости регулировать его мощность. По мере развития высоких технологий, концепция стала обрывать дополнительные возможностями. Функция же экономии электроэнергии, послужившая основой для развития всей концепции, отошла на второй, и даже третий план, потому что размер экономии в данном случае не сопоставим со стоимостью самой системы, которая превышает возможности горожанина со средним доходом, не говоря уже о сельских жителях. Первым «интеллектуальным» зданием (ИЗ) в мире стал «Дом трона» японского профессора Кена Сакамуры в Токио, построенный в конце 1980-х годов. Датчики погоды открывали окна, когда дул свежий бриз, и включали кондиционер, когда становилось жарко; если радио играло слишком громко, окна автоматически закрывались, чтобы не потревожить соседей; если звонил телефон, компьютер снижал звук аудиосистемы, и так далее. В нашей стране интеллектуальные здания распространены в большей степени в европейской части России. По подсчетам специалистов до 10% зданий города Москвы считаются интеллектуальными. По сравнению с мировыми показателями этот процент не велик, но в последнее время рынок интеллектуальных зданий в России расширяет свою географию и продвигается в регионы, в частности в Барнауле существует интеллектуальное здание с автономным обеспечением теплом и электроэнергией.

Сегодня «умный дом» представляет собой единый коммуникационный центр. Процессор осуществляет централизованное управление освещением, отоплением и вентиляцией, охраной и наблюдением, аудио- и видеоаппаратурой и т. д. Участие людей при этом сводится к минимуму. Приоритетные направления развития «умного дома» сегодня — создание эргономичного пространства и обеспечение безопасности. Последняя функциональность, так называемая «самоохрана», включает защиту от незаконного проникновения, пожарную сигнализацию, контроль протечек воды и т. п. Система безопасности представляет собой ряд датчиков и оповещающих устройств, позволяющих оперативно реагировать на аварийные случаи. При пожаре, несанкционированном проникновении в помещение, изменении температуры воздуха и других внештатных ситуациях система не только оповестит пользователя о случившемся, но и вызовет соответствующую службу безопасности, а в экстренных ситуациях сама перекроет трубы.

Безусловно, классическая реализация «умного дома» имеет гораздо большую функциональность, чем упрощенная система, но и акценты у них разные. Если в первом случае определяющую роль играет имиджевый фактор, а значит, максимально возможный набор функций, наряду с видео-, аудио- и световыми эффектами, объединенными в единое дизайнерское решение, то во втором во главе угла стоят наиболее необходимые и практичные функциональности. Элитные варианты "умного дома" проектируются и устанавливаются специализированными компаниями, которые работают на рынке комфорта и безопасности сравнительно долгое время. Внедряемые ими системы часто «самообучаемы», они способны самостоятельно корректировать различные процессы в интеллектуальном здании, а повышение комфорта во многом достигается за счет интеграции всех систем в единое целое. Недорогие же аналоги, рассчитанные на удовлетворение основных потребностей потребителя, ориентированы на простоту монтажа, возможность постепенного расширения, что позволяет «умному дому» выйти в массы в условиях, когда потребности в комфортабельном и защищенном жилье растут.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕЗОННО ПРОМЕРЗАЮЩИХ ПУЧИНИСТЫХ ГРУНТОВ В КАЧЕСТВЕ ОСНОВАНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Кокора А.Ф. – студент гр. ТГВ-41, Вяткина Е.И. – к.г.-м.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Известно, что сезонное промерзание грунтов наблюдается на территории, занимающей 40% всей площади России. В мире 25% суши подвергается сезонному промерзанию, а на 23% территории залегают многолетние мерзлые грунты.

Более чем вековой опыт отечественного строительства фундаментов в суровых природно-климатических условиях России привел к разработке свода правил, регламентирующих заложение подошвы фундаментов ниже расчетной глубины сезонного промерзания. А весь расчет фундаментов на морозоопасных грунтах сводится к проверке их устойчивости на действия касательных сил морозного пучения.

Однако эти жесткие требования по устройству фундаментов для малоэтажных зданий и сооружений во многих случаях оказываются не эффективными в части обеспечения их устойчивости от касательных сил морозного пучения из-за недостаточного веса зданий и экономически нецелесообразными, так как стоимость устройства фундаментов составляет 25-40% от общей стоимости объекта.

Применительно к проектированию подземных сооружений действующий свод правил в России регламентирует замену пучинистого грунта непучинистым материалом на расчетную глубину сезонного промерзания или утепление основания на период строительства и эксплуатации для исключения его промерзания и морозного пучения. Однако из-за отсутствия качественного утеплителя для применения в условиях водонасыщенных грунтов и больших транспортных расходов для его перевозки в проектах обычно предусматривается первый вариант – замена пучинистого грунта на непучинистый.

Поэтому, начиная с шестидесятых годов прошлого века, научно-техническая мысль многих ответственных ученых и инженеров направлена на разработку научно обоснованных методов расчета малоэтажных и подземных сооружений на пучинистых грунтовых основаниях (Б.И. Далматов, М.Ф. Киселев, В.О. Орлов, В.И. Пусков, В.С. Сажин, В.Д. Карлов, О.Р. Голли и др.). Эти методы расчетов учитывают силовое взаимодействие пучинистого грунтового основания с фундаментами зданий, т.е. совместную работу «основание-здание».

За рубежом научные исследования направлены на защиту грунтов оснований от промерзания за счет использования эффективного утеплителя из экструдированного пенополистирола, выдерживающего давление 0,2-0,7 МПа и сохраняющего свои теплотехнические качества в переувлажненных грунтах с устройством системы дренажей для отвода грунтовых вод.

В связи с производством в России аналогичного утеплителя в последнее время начали использовать зарубежный опыт по утеплению оснований малозаглубленных фундаментов (А.Л. Невзоров, С.А. Кудрявцев, В.В. Лушников и др.). Особенно этот способ эффективен при малых нагрузках на него, к примеру, при утеплении земляного полотна железных и автомобильных дорог, аэродромов.

Однако, как показывает опыт института «Омскгражданпроект» за 1980-2003 годы, проектирование малоэтажных зданий и подземных сооружений в суровых природно-климатических условиях Западной использование сезоннопромерзающих пучинистых грунтов в качестве их оснований во многих случаях оказывается значительно экономичнее и менее трудоемким, чем защита их от промерзания утеплителем.

Существующие в настоящее время в России методики и рекомендации по проектированию и расчету малозаглубленных фундаментов на пучинистых грунтах не учитывают:

- прочностные и деформационные характеристики сезонно промерзающих пучинистых грунтов с учетом длительности действия напряжений во времени, т.е. напряженно-деформационное состояние (НДС) мерзлого грунта не рассматривается;
- условия равновесия между напряжениями в грунте от фундаментов и напряжениями морозного пучения с учетом их распределения по ширине и длине фундаментов в процессе послойного выпучивания грунта под ними;
- дополнительные крутящие и изгибающие моменты, действующие на фундаменты, стены, простенки и колонны при неравномерном промерзании и пучении грунтов под ними.

Поэтому существующие расчетные схемы и модели взаимодействия малозаглубленных фундаментов малоэтажных зданий и свайных фундаментов с пучинистыми грунтами в

большой части отражают частные задачи конкретных исследований, которые часто решаются эмпирическими методами расчетов.

На основании комплекса теоретических, лабораторных и длительных натурных исследований (1976-2005 годы), проведенных в институте «Омскгражданпроект», по взаимодействию сезонно промерзающих пучинистых грунтов с малозаглубленными фундаментами малоэтажных зданий, надземными и подземными сооружениями и свайными фундаментами установлены ранее неизвестные, принципиально важные закономерности для определения количественных значений величины выпучивания фундаментов и подземных сооружений:

1. Решена задача о распределении нормальных сил морозного пучения по ширине и длине фундаментов по глубине промерзания с их количественными значениями, в зависимости от действующих нагрузок, размеров фундамента, с соблюдением условий равновесия между нагрузкой и давлением пучения.

2. Научно обоснована расчетная схема взаимодействия фундамента с промерзающим пучинистым грунтом по его подошве и боковой поверхности с учетом длительной прочности мерзлого грунта на растяжение и сдвиг с соблюдением условия равновесия, позволяющее определить распределение давления от фундамента по глубине промерзания и соответственно, величину послойного выпучивания грунта, как в обратной засыпке, так и под подошвой фундамента по мере промерзания грунта.

3. Установлена зависимость прогибов отдельных участков подземных и надземных сооружений от величины морозного выпучивания с учетом их изгибной жесткости и на этой основе приняты конструктивные решения для различных видов зданий и инженерных сооружений.

4. Предложен способ определения дополнительной нагрузки на подземное сооружение от намерзания грунта обратной засыпки на его боковые поверхности, что подтверждено патентом на изобретение.

5. Научно обоснована расчетная схема взаимодействия одиночных свай и свайного ростверка с пучинистым грунтом по подошве ростверка и боковой поверхности свай с учетом длительной прочности мерзлого грунта на растяжение и сдвиг с соблюдением условия равновесия между удерживающими и выпучивающими силами, позволяющее определить распределение давления от одиночной сваи и свайного ростверка по глубине промерзания и соответственно, величину послойного выпучивания грунта вокруг одиночной сваи, самой сваи, а также ростверка свайного фундамента и усилия в них.

Все полученные закономерности поведения грунта при морозном пучении и его работе совместно с основанием сооружения позволят достичь экономического эффекта при проектировании, строительстве и надежной эксплуатации сооружений в сложных грунтовых условиях.

## СТРОИТЕЛЬСТВО ПРОМЫШЛЕННЫХ И ГРАЖДАНСКИХ СООРУЖЕНИЙ НА СЛАБЫХ ВОДОНАСЫЩЕННЫХ ГРУНТАХ

Заушицына О. Г. – студентка гр. ПСК-41, Вяткина Е.И. – к.г.-м.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Проблема возведения промышленных и гражданских сооружений на слабых водонасыщенных глинистых грунтах в последние годы приобрела особую актуальность в связи с запретом проведения строительных работ на сельскохозяйственных территориях и необходимостью использования территорий со сложными инженерно-геологическими условиями. В результате, начиная с 70-х годов на слабых грунтах построены тысячи промышленных и гражданских объектов, возведение которых часто требует больших капиталовложений, использование большого количества металла, цемента и других ценных строительных материалов для устройства оснований и фундаментов. При этом срок строительства промышленных сооружений часто превышает 10 лет.

При строительстве сооружений на слабых водонасыщенных грунтах происходят различные деформации. Анализ причин деформаций сооружений, расположенных на рассматриваемых грунтах, показал, что их характеризуют три основные особенности, специфичные для всей группы слабых грунтов, которые необходимо учитывать при проектировании сооружений:

- высокая сжимаемость грунтов, приводящая к очень большим осадкам сооружений, расположенных на них, и в результате - деформации и аварии сооружений;
- малая прочность грунтов, поэтому очень трудно обеспечить устойчивость фундаментов и сооружений в целом на слабых грунтах;
- большая длительность осадок сооружений, особенно на глинистых грунтах, иногда достигающая нескольких десятилетий. Поэтому в течение всего этого периода приходится проводить ремонтные работы и приспособлять сооружения для нормальной эксплуатации.

Перед строительством промышленных или гражданских сооружений на слабых водонасыщенных грунтах, назначается объем инженерно-геологических исследований, а именно: бурение скважин, проходка шурфов, зондирование, лабораторные исследования отобранных из скважин и шурфов образцов грунтов и т. д. Исследования водонасыщенных грунтов делаются с целью разработки методов возведения на них зданий и сооружений. Многие виды слабых грунтов текучей консистенции очень трудно, а иногда и не возможно, отобрать без нарушений структуры, поэтому именно полевые методы испытания грунтов в таких условиях позволяют получить достоверную информацию об их свойствах.

При размещении геологических выработок следует учитывать характер напластования рассматриваемых грунтов. Обычно расстояние между буровыми скважинами на площадках под промышленные и гражданские сооружения принимается равным 35-45, а если слабые грунты не выдержаны по простиранию, то до 15 м. Глубина буровых скважин назначается из условия, чтобы был пройден весь слой слабых и не менее 3 м подстилающих прочных грунтов. Из большинства скважин (25-40%) отбирают образцы с ненарушенной структурой.

Исследования показали, что для минимального нарушения природной структуры слабых водонасыщенных грунтов при отборе проб следует применять тонкостенные грунтоносы внутренним диаметром не менее 10 см, которые должны задавливаться в грунт со скоростью не выше 3 м/мин. Применение забивных и вибрационных методов погружения грунтоносов приводит к получению неправильной информации о свойствах грунтов. Для глинистых грунтов текучей и текучепластичной форм пластичности следует использовать либо безвакуумные грунтоносы с тормозными лопастями и лепестками, либо вакуумные тонкостенные грунтоносы.

Эксплуатировать промышленные и гражданские сооружения на слабых водонасыщенных грунтах следует в соответствии с правилами и нормами, разработанными для технической эксплуатации. Однако, в связи с тем, что при строительстве на слабых грунтах вероятно опасность развития аварийных состояний из-за ошибок при эксплуатации, необходимо проводить дополнительные исследования и более частый осмотр сооружений.

Если слабые водонасыщенные грунты залегают не непосредственно под фундаментами сооружения, а начиная с определенной глубины, наблюдения ведутся за осадками глубинных марок или марок-мессдоз, установленных в различных точках грунтового основания. Существует ряд приборов, позволяющих определять перемещение точек слоя на нескольких уровнях в одной скважине.

Можно сделать вывод о том, что при эксплуатации промышленных и гражданских сооружений на слабых водонасыщенных грунтах, происходят изменения в конструкциях зданий, вследствие чего возникают различные деформации, которые следует устранять. При восстановлении зданий следует в первую очередь применять меры по обеспечению устойчивости фундаментов и подземных частей зданий. Во многих случаях между фундаментами стен жилых зданий достаточно поставить металлические или деревянные распорки, препятствующие перемещению фундаментов наружных стен внутрь при потере устойчивости грунтового основания.

В тех случаях, когда произошла неравномерная осадка многоэтажных промышленных или гражданских сооружений, в основании которых залегают большие толщи слабых водонасыщенных грунтов, для ликвидации крена со стороны меньших осадок можно устроить пригрузочную насыпь, которая создает большое сжатие грунтов с одной стороны. Чтобы ускорить процесс консолидации слабых грунтов можно устроить вертикальные песчаные дрены на глубину 6–10 м, сверху отсыпать песчаную подушку высотой до 50 см, а над ней пригрузочную насыпь.

При неравномерных осадках силосных корпусов, которые обычно расположены на одной железобетонной плите, силосные ячейки загружают только со стороны наименьших осадок фундаментной плиты. Для некоторых сооружений, которые допускают малые осадки, между конструкциями и фундаментами следует заложить домкраты и при появлении осадок выровнять здание с их помощью.

## НОВЕЙШИЕ ТЕХНОЛОГИИ УСТРОЙСТВА ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ЗАО «ГЕОСТРОЙ»

Высоцкий В.А. - студент гр. ТГВ-41, Вяткина Е.И. – к.г.-м.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Современная геотехника как наука решает сложные и важные задачи по строительству зданий в сложных инженерно-геологических условиях и по обеспечению безопасного ведения работ. В грунтовых основаниях зданий и сооружений непрерывно протекают сложные взаимосвязанные процессы, вызывающие изменения их водно-теплового режима, прочности и устойчивости (увлажнение – высыхание, нагревание – оттаивание, пучение – осадка, уплотнение – разуплотнение, снижение – повышение прочности). Данные проблемы особенно актуальны при уплотненной застройке современных городов.

Деятельность ЗАО «Геострой» состоит в выполнении специальных видов гидро- и геотехнических работ при строительстве и реконструкции гражданских, промышленных и жилых зданий в городах Москве, Санкт-Петербурге, Московской области и других регионах Российской Федерации с привлечением новейших строительных технологий и оборудования.

Основными направлениями деятельности общества являются: ограждение котлованов методом «стена в грунте», закрепление грунтов ОТДВ «Микродур», устройство буронабивных и буроинъекционных свай при строительстве и реконструкции объектов, устройство анкерных и распорных конструкций и т. д.

В арсенале современных технологий фирмы «Геострой» получила широкое применение технология устройства «стены в грунте». В стесненных городских условиях задачи создания надежных фундаментов для строящихся зданий крайне актуальна, и ее успешное решение во многом обуславливает успех всего строительства. «Стена в грунте» ограждает создаваемый котлован от обрушения. Эта современная технология позволяет создавать фундаменты глубиной 30 м и более в условиях плотной городской застройки. Ограждение типа «стена в грунте» обеспечивает возможность производства работ внутри строящегося котлована с применением ковшовой техники.

Для компенсации опрокидывающего момента, действующего со стороны грунта на конструкцию, выполненную способом «стена в грунте», служат анкерные устройства. В качестве анкерных устройств могут применяться тросы, трубы, сваи, арматура. Специалистами ЗАО «Геострой» для этих целей применяется технология создания анкеров с использованием инъекций вяжущего материала «Микродур». В результате обеспечивается надежная связь анкера со связным и несвязным грунтом, а также со скальной породой.

«Микродур» представляет собой цементную пыль с диаметром зерна в шесть раз меньше диаметра частицы цемента, что играет решающую роль в процессе проникновения раствора в поры закрепляемого грунта, а также бетонных и кирпичных конструкций. Данная технология применяется при работах по реставрации и реконструкции объектов. Специальное оборудование зарубежного производства для инъекций растворов на глубину

позволяет постоянно контролировать ход работ и гарантирует высокое качество их выполнения. Материал «Микродур» позволяет создавать в грунте массивы, прочность которых на сжатие не уступает прочности бетона, что позволяет использовать его для закрепления грунтов оснований и усиления существующих фундаментов, в т. ч. в труднодоступных местах. Данная технология применялась при работах по усилению фундаментов и грунтов оснований Таврического и Константиновского Дворцов, конструкций и фундаментов портика Музея истории Санкт-Петербурга на Английской набережной, береговой полости нефтяного терминала Санкт-Петербургского Морского порта.

Буроинъекционные сваи могут служить элементами фундаментов и ограждающих конструкций. Наиболее эффективно их применение на стесненных стройплощадках и при усилении фундаментов существующих зданий и сооружений, в том числе в просадочных грунтах. На строительстве комплекса жилых зданий в Нижнем Кисельном переулке для усиления фундаментов методом цементации и создания основания из буроинъекционных свай применена технология "Микродур".

Буронабивные сваи применяют для устройства свайного основания в любых инженерно-геологических условиях. Наиболее эффективны буронабивные сваи при опирании на скальные грунты и при устройстве фундаментов на насыпных грунтах. В зависимости от условий, в которых находится конструкция, применяются различные методы защиты, обеспечивающие отвод воды как при сооружении новых зданий на стадии нулевого цикла, так и при реконструкции старых.

Многочисленные испытания свай и отобранных образцов фундамента, проведенные на объектах, показали высокую надежность и рентабельность этих технологий, особенно эффективных в стесненных городских условиях и при сложных геологических характеристиках площадок строительства.

На дворе первое десятилетие XXI века, и проблема освоения подземного пространства городов сегодня как никогда актуальна. Это и разрешение пресловутой транспортной проблемы, когда для разделения транспортных потоков необходимо строить тоннели, подземные пешеходные переходы; создание транспортной инфраструктуры в виде подземных гаражей и паркингов, а многофункциональные подземные комплексы позволят более рационально использовать дорогостоящие площади в застроенной части городов. Учитывая сложную геологическую и гидрогеологическую ситуацию в исторической части Барнаула, можно предложить применение всех этих методов в комплексе или каждого отдельно при строительстве и реконструкции объектов города.

## ЭКРАНИРОВАНИЕ СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ УДАРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА ГРУНТОВОЕ ОСНОВАНИЕ

Вилохина Ю.В. – студент гр. ТГВ-41, Вяткина Е.И. – к.г.-м.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

В инженерной практике часто возникает необходимость выполнения динамических расчетов конструкций на воздействия, передающиеся через грунтовое основание. В данной работе исследуются колебания грунта и здания, возникающие при забивке сваи вблизи сооружения. Такая ситуация часто встречается при строительстве новых объектов рядом с существующими. Возникающие при таких ударных воздействиях на грунт вибрации могут оказывать вредное влияние на трудоспособность и здоровье находящихся в нем людей, а также на целостность конструкций данных сооружений. Поэтому актуальна задача снижения уровня вибраций здания путем устройства специальных экранов траншейного типа.

Экранирование – способ защиты от постороннего воздействия, вредного влияния и т. п. с помощью экрана.

Под стержневыми системами в строительной механике понимают несущую конструкцию, состоящую из прямолинейных или криволинейных стержней, соединенных



между собой в узлах. В инженерных сооружениях, как правило, используют геометрически неизменяемые стержневые системы, например свайные фундаменты, каркасы зданий и т. д.

Для выполнения динамических расчетов стержневых систем (свайных фундаментов) совместно со сплошными упругими средами (грунтами) на кафедре строительной механики ВГАСУ была разработана программа PLAST, реализующая метод конечных элементов в рамках плоской динамической задачи.

Стержневая конструкция (модель здания и сваи) описывалась в программе системой макроузлов и макроэлементов. Для задания силового возмущения на сваю использовались характеристики дизельмолота С-222. Внешнее воздействие, моделирующее удары копра по свае, задавалось в виде силового импульса. Экранирование осуществлялось с помощью траншеи различной глубины – от 1 до 6 м, с заполнением щебнем и без заплонения.

В процессе расчетов на экране компьютера изображалось деформированное состояние среды и конструкции в режиме мультипликации с отображением в цветовой гамме уровней напряжений в среде и перемещений в конструкции.

По результатам расчета программой были построены графики вертикальных и горизонтальных колебаний в заданных точках с выводом максимальных амплитудных значений перемещений, скоростей и ускорений. Анализа графиков показал, что при глубине экрана 4 м, без заполнения происходит наиболее эффективное экранирование.

Для оценки влияния колебаний на трудоспособность и здоровье людей, находящихся в здании, был проведен спектральный анализ в децибелах для 2-х вариантов расчетной схемы: при отсутствии экрана и с использованием экрана глубиной 4 м. По результатам спектрального анализа были построены диаграммы с отображением допустимых уровней колебаний полученные в двух случаях: при отсутствии экрана и с использованием экрана.

Выполненные динамические расчеты позволили оценить уровни колебаний в здании на различных этажах, передающиеся через грунт от забиваемой сваи, и сопоставить с санитарными нормами по СН 2.2.42.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».

По результатам исследований был сделан вывод, что заполнение не приводит к снижению уровней колебаний, а при использовании экрана глубиной 4 м без заполнения, превышения допустимых уровней колебаний уже не происходит.

## СПОСОБЫ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МЕТРОПОЛИТЕНОВ

Автонасов А.В. - студент гр. ВиВ-41, Вяткина Е.И. – к.г.-м.н., доцент

Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

При строительстве метрополитенов важную роль занимает процесс закрепления грунта. Проходка тоннелей часто осложняется наличием воды в разрабатываемых грунтах. При насыщении водой илистых, песчаных, песчано-глинистых грунтов забой становится неустойчивым, происходит вынос водоносного грунта из-под крепления забоя в выработку. Насыщенный водой грунт как бы «плышет». Поры, находящиеся в грунте, могут изменять свой объем, что приводит грунт в подвижное состояние, и может вызвать значительную деформацию конструкций. Существует не малое количество способов закрепления грунтов в таких инженерно-геологических условиях.

Закрепление грунтов, это способ, основанный на нагнетании в грунт специальных растворов, которые, проникая в поры грунта, придают ему прочность и водонепроницаемость. Для закрепления грунтов применяют различные способы: цементацию (нагнетание цементного раствора), глинизацию (нагнетание тампонажного глинистого раствора с различными добавками), химическое закрепление — силикатизацию (двухрастворная — последовательное нагнетание раствора жидкого стекла, а затем раствора хлористого кальция, однорастворная — нагнетание гелеобразующей смеси, приготовленной непосредственно перед нагнетанием путем смешивания раствора жидкого стекла и кислотных отвердителей), смолизацию — нагнетание растворов смол с отвердителями.

К специальным способам закрепления грунтов относятся также битумизация и термическое закрепление, но эти методы применимы, при небольших объемах грунтов, подлежащих закреплению, поэтому в метростроении они используются очень редко. Способ закрепления грунтов выбирают при составлении проекта на основании данных инженерно-геологических изысканий, характеристик грунтов и технико-экономического анализа.

Искусственное замораживание грунтов. При этом способе воду из грунта не удаляют, а замораживают ее вместе с грунтом с помощью специальных устройств — замораживающих колонок.

Водопонижение. Этот способ состоит в осушении грунтов, в которых троеится тоннель, или снятии напора в водоносных грунтах путем откачки воды из них через специально устраиваемые для этих целей водопонижающие скважины.

Химическое закрепление грунтов. При строительстве метрополитенов химическими методами закрепляют грунты под фундаментами зданий и сооружений, расположенных вблизи трассы метрополитена, с целью защиты от возможных осадок при проходке тоннелей закрытым способом, а также для защиты подземных коммуникаций от просадок и в некоторых других случаях. Процесс заключается в нагнетании в грунт под давлением (через систему инъекторов или скважин) водных растворов силиката натрия (жидкого стекла) с отвердителем или синтетической смолы с отвердителем. В первом случае процесс называют силикатизацией, во втором — смолизацией.

Кессонный способ. Сущность этого способа заключается в том, что в огражденное замкнутое пространство, называемое рабочей зоной, где выполняются работы по возведению сооружения, нагнетают сжатый воздух, который отжимает воду из грунта, что позволяет разрабатывать грунт и устанавливать временное и постоянное крепление в практически сухом забое.

Совмещенные специальные способы работ. Эти способы основаны на применении в конкретных условиях строительства одновременно двух специальных способов, которые в определенной последовательности или параллельно создают технологию, позволяющую вести строительство в сложных гидрогеологических условиях. Примером такого совмещения двух методов является проходка тоннелей под сжатым воздухом с одновременным водопонижением. В этом случае применение водопонижения позволяет уменьшить гидростатический напор, что дает возможность вести проходку тоннеля кессонным способом при более низком давлении в рабочей зоне.

Совмещенное применение замораживания и водопонижения позволяет осушить грунт в котловане, огражденном замкнутой водонепроницаемой ледогрунтовой стеной.

Строительство происходит на большой глубине, и закрепление может происходить одновременно разными способами. Без закрепления строительство метрополитенов не возможно, т. к. грунт обладает недостаточной несущей способностью.

В таблице приведены области применения различных способов закрепления грунтов в зависимости от вида грунта и его водопроницаемости.

Таблица

Способ закрепления грунтов	Вид грунта	Коэффициент фильтрации, м/сут
Цементация и глинизация	Трещиноватые скальные грунты, известняки, песчаники, гравелистые грунты, крупнозернистые пески	80-500
Силикатизация: - двухрастворная - однорастворная	Песчаные, песчано-глинистые грунты	2-80
	Песчаные, песчано-глинистые грунты	0,5-50
Смолизация	Песчаные, илистые, песчано-глинистые грунты	0,5-80

## ПРИМЕНЕНИЕ ПЕСЧАНОГО ОСНОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ СЕЙСМОУСТОЙЧИВОГО МАТЕРИАЛА

М.О. Лазарев, О.А. Бенс – студенты, к.т.н., доцент АлтГТУ И.В. Носков.

Е.С. Дудкин-ассистент

Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

В недрах нашей планеты непрерывно происходят внутренние процессы, меняющие лик Земли. Чаще всего эти изменения медленные и постепенные. Иногда внутренние процессы протекают бурно и грозная стихия землетрясений превращает в развалины города, опустошает целые районы.

Землетрясение- важная составная часть окружающей нас среды, и не один район земного шара нельзя считать от них избавленным.

В странах, где землетрясения происходят часто, возникают важные экономические и социальные проблемы, специальные задачи должны решать архитекторы и инженеры.

Объектом наших исследований стало нежилое шестизэтажное здание, возводимое на песчаной подушке.

В связи с тем, что песок является демпфирующим материалом, было принято решение использовать его в качестве основания.

Для измерения напряжений в грунтах при экспериментальных исследованиях применяются месдозы и тензодатчики.

Показания с тензодатчиков и месдоз фиксируются системой ММТС-64.01 и отображаются на ПК (рис.1).

Система ММТС-64.01 должна обеспечивать сбор и измерение сигналов с тензодатчиков, термопар и термопреобразователей, установленных на объектах контроля, подвергаемых прочностным и теплопрочностным испытаниям конструкций, последующей обработки и регистрации измерительной информации средствами вычислительной техники.

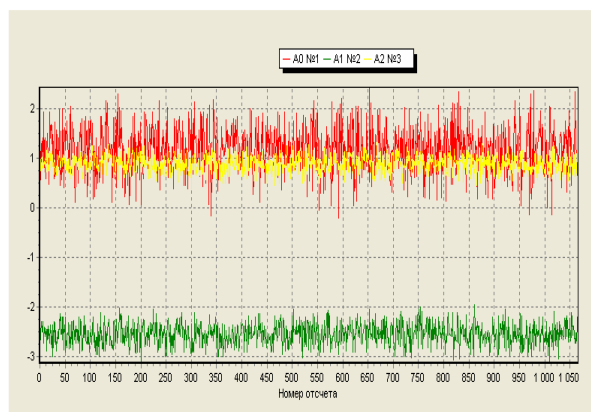


Рисунок 1

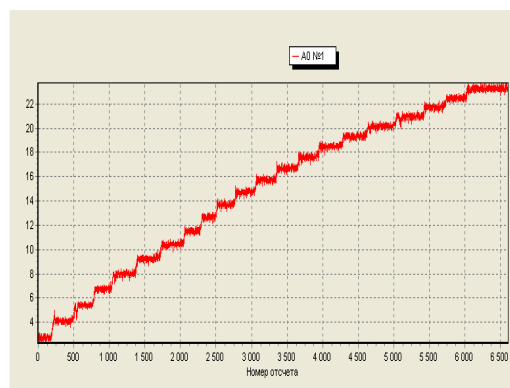
тарировочных коэффициентов при нагрузке и разгрузке от среднего значения тарировочного коэффициента, принятого для расчета, как правило, не превышали предела точности отсчета амплитуды на оциллограмме.

Методика установки месдоз и тензодатчиков в земляное полотно состоит в следующем: сначала проводилась разбивка площадки по осям, устанавливалась точка положения месдоз и тензодатчиков. На глубине 3 метра установили 4 железобетонных кольца, высотой 1метр, в нижнем кольце на высоте 0,5м и 1м пробивали отверстия и

Тензометрическая система ММТС-64.01 рассчитан на работу в условиях умеренного климата при температурах окружающего воздуха от +10°C до +35°C, относительной влажности воздуха до 80% при температуре +25°C, атмосферном давлении от 84 кПа до 106.7 кПа (630-800 мм. рт. ст.)

Месдозы тарировали перед установкой в грунт(рис.2) , и после извлечения их из грунта по окончанию измерений. Тарировочный коэффициент определяли как среднее из всех тарировок для данной месдозы.

Отклонения отдельных значений



сделали горизонтальные скважины длиной 1,5м, и заложили 6 месдоз в ненарушенный массив грунта

Рисунок 2

в горизонтальном положении.

Датчики давления были заложены на определенных глубинах относительно поверхности строительной площадки. Затем скважины заполнялись грунтом с уплотнением. Каждые 0,5м велась отсыпка песка бульдозером, устанавливались месдозы и тензодатчики. Расположение месдоз и тензодатчиков зависело

от их жесткости, для определения бокового расширения использовались только тензодатчики (рис.3).

Принцип работы месдозы заключается в следующем: при давлении грунта крышка месдозы перемещается вертикально вниз параллельно самой себе, деформирует упругие элементы и изменяет омическое сопротивление наклеенных на них тензодатчиков. Происходит разбаланс измерительного моста, пропорциональный величине нагрузки, который фиксируется измерительной аппаратурой.

Таким образом, сейсмостойкость зданий и сооружений может быть повышена за счет использования песчаного основания, что дает возможность избежать дополнительных затрат при строительстве сооружений на лессовых грунтах.



Рисунок 3

Расчет сооружений на сейсмическое воздействие в случае, когда колебания основания и сооружения заданы акселерограммой землетрясений, представляет известные трудности, вследствие чего по действующим нормам интенсивность этих колебаний характеризуется так называемым коэффициентом сейсмичности - отношение величины сейсмического ускорения к ускорению силы тяжести.

Динамические свойства грунтов основания сооружений могут оказывать существенное влияние на величину сейсмического воздействия. Эти свойства учитывают при микросейсмическом районировании застраиваемых территорий с учетом капитальности инженерных сооружений.

Следует иметь в виду, что сейсмические колебания могут вызывать потери динамической устойчивости структуры водонасыщенных несвязных грунтов и их переход в разжиженное состояние в обширных массивах, что всегда имеет катастрофические последствия для расположенных на них зданий и сооружений.

## ПРОБЛЕМЫ ВОДОПониЖЕНИЯ ПОДТАПЛИВАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Черных И. С. – студент, Корнеев И.А. – к. т. н., доцент

Алтайский Государственный Технический Университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В последние годы весьма актуальной и сложной для ряда сел и городов Алтайского края стала проблема подтопления, которая связана с подъемом уровня грунтовых вод и увеличением влажности грунтов, обусловленными изменением водного баланса под влиянием комплекса техногенных факторов.

Подтопление территорий - комплексный процесс, проявляющийся под воздействием техногенных и, частично, естественных факторов, при котором в результате нарушения водного режима и баланса территории за расчетный период времени происходит повышение уровня подземных вод, достигающее критических значений, требующих применения защитных мероприятий. [СНиП 2.01.15.-90. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов: Основные положения проектирования. /Госстрой СССР.-М., Арендное производственное предприятие ЦИТП, 1991.- 32 с.]

Для обеспечения надежного функционирования территории с признаками подтопления, решения о необходимых мероприятиях должны приниматься на основе экспертных оценок, базирующихся на системном подходе.

Во-первых нужно определить причины подтопления территорий. Как основными причинами развития подтопления являются:

- изменение условий поверхностного стока, в частности, создание водохранилищ;
- засыпка естественных дренажей - оврагов, балок, стариц; недостаточное развитие сети ливневой канализации или ее плохое состояние;
- развитие сетей водоснабжения без соответствующего развития системы водоотведения;
- постоянные утечки и аварии на водонесущих коммуникациях, аварии на трубопроводах (до 35-40% расхода воды в коммуникациях);
- барражное воздействие дорожных насыпей, свайных полей, коллекторов большого диаметра и тоннелей метрополитена;
- асфальтирование застроенных территорий, что снижает испарение и нарушает водный баланс территории;

Инфильтрация от промышленных объектов на застроенной территории почти в 5 раз превышает естественный уровень инфильтрации от атмосферных осадков (в грунтовые воды просачивается в среднем за год до 10-15%), что неизбежно приводит к подъему УГВ на эксплуатируемой территории.

Основные меры борьбы с подтоплением:

Охрана земель от подтопления сводится к предупредительным и защитным мероприятиям.

Архитектурно-планировочные решения (мероприятия первой группы) направлены на то, чтобы улицы и иные магистрали, а также здания и сооружения располагались вдоль линии тренда поверхностного и подземного стока. В заглубленных конструкциях сооружений, расположенных иначе, необходимо предусматривать специальные проемы (технологические «окна») для пропуска подземных потоков. Целесообразно при застройке потенциально подтапливаемых территорий оставлять свободными коридоры для последующей прокладки дренажей.

К предупредительным мероприятиям также относятся:

- искусственное повышение планировочных отметок земной поверхности;
- организация и ускорение стока атмосферных осадков и поверхностных вод;
- регулирование рек;
- сооружение перехватывающих дренажей;
- предупреждение утечек из водонесущих коммуникаций.

Защитные мероприятия делятся на строительные и эксплуатационные.

Строительные носят временный характер и состоят из строительного водопонижения и искусственного замораживания грунта. Водопонижение осуществляется либо методом открытого водоотлива (откачка воды с последующим ее отводом), либо методом иглофильтрации, либо методами вакуумного или электроосмотического осушения грунтов.

Эксплуатационные мероприятия включают:

дренажи, противофильтрационные завесы и защитную гидроизоляцию. Дренажи (устройства для удаления воды) — наиболее действенный способ защиты от подтопления. По характеру отбора воды из грунта дренажи делятся на гравитационные и специальные, а по устройству — на вентиляционные, пневмонагнетательные, вакуумные, электроосмотические и биодренажные.

прокладка горизонтальных систем водопонижения - лучевого и прифундаментного дренажа заболоченных и подтопляемых земель и территорий, а также линий ливневой канализации в застроенных (особо стесненных) городских условиях, методом горизонтального направленного бурения является особо эффективной. (При этом происходит общее понижение уровня грунтовых вод до отметок минус 15 метров от уровня земли на площадях до 20 га единомоментно и исключается возникновение пустот в грунтах, что

обеспечивает глобальное осушение и защиту от подтопления подвалов домов, зданий и сооружений.)

## РАЗНООБРАЗИЕ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ ГОРОДОВ

Бодосова Т.С. - студент, Корнеев И.А. - к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

В современных больших и малых городах наблюдается большое разнообразие видов искусственного освещения. Освещение – средство для нормального светового режима и для выявления архитектурных достоинств застройки в темное время суток. Вместе с тем освещение – могучее средство пропаганды, информации рекламы. Однако оно не всегда оказывает положительное психологическое воздействие на людей. Необходимо правильно спроектировать и выполнить искусственное освещение.

По назначению различают следующие виды постоянных городских осветительных установок: для уличного освещения, освещения территорий микрорайонов, спортивных сооружений, территорий зеленых насаждений, декоративно освещения водоемов и фонтанов, архитектурных ансамблей и отдельных объектов, рекламного освещения, световых сигналов. Помимо постоянно действующих источников света в городах применяют временно действующее иллюминационное освещение в праздничные дни.

Освещение городских улиц, дорог, площадей должно обеспечивать безопасность и удобство движения транспорта и пешеходов. При проектировании и светотехнических расчетах необходимо учитывать светоотражательные свойства уличных покрытий, интенсивность и скорость движения транспорта. Важное значение имеет равномерность освещения улиц, либо освещать наиболее опасные участки.

При освещении межмагистральных территорий в первую очередь следует освещать проезды к домам, школам, детским садам, гаражам, магазинам, а также пешеходные дорожки и аллеи, ведущие к учреждениям культурно-бытового обслуживания и к выходам из микрорайона. В современной Российской действительности из-за недостатка средств межмагистральные территории зачастую освещаются недостаточно.

При освещении территории зеленых насаждений следует различать осветительные установки, выполняющие утилитарные и декоративные функции. Первые обеспечивают освещение путей передвижения и места тихого и активного отдыха, а вторые подсвечивают здания, сооружения, скульптуры, малые архитектурные формы, декоративные водные устройства, деревья, кустарники, цветы. В условиях паркового пейзажа интересно правильное чередование темных и освещенных мест.

В вечерней панораме современных городов все большую роль играет подсвечивание архитектурных ансамблей и зданий. Такое подсвечивание дает возможность сделать вечерний силуэт города более впечатляющим. Подсвечивание зданий и сооружений может быть общим заливающим светом или контурное. Контурное освещение используется для сооружений, имеющих выразительный силуэт.

Организация систем освещения различных по своему назначению и значимости использует самые разнообразные приемы освещения, большого диапазона и широкого применения цвета, причем система освещения рассчитывается на восприятие объекта с различных точек, на разных расстояниях и при разной скорости движения наблюдателя.

При правильно спроектированном освещении отдельные деревья, кустарники, создается впечатление самосветящихся растений. Для цветников основным можно считать заливающее освещение белым светом, чтобы не исказить натуральную окраску.

Выразительно и красиво выглядит декоративное освещение фонтанов, каскадов и бассейнов. Мастерство подсвета фонтанных струй заключается в том, чтобы световой поток, его яркость, контрастность света и тени, цветовая гамма соответствовали архитектонике фонтана. Подсветка может быть одноцветной и многоцветной. Прием подсветки водоемов и фонтанов используется уже давно и продолжает оставаться актуальным.

Неотъемлемым атрибутом городов стала световая реклама и освещенные витрины магазинов, которые выполняют информационную функцию, а в вечернее время создают многоцветное световое решение улиц и площадей. При размещении рекламы следует учитывать спектр и яркость светового потока, так как значительная яркость может отвлекать водителей транспортных средств и оказывать неблагоприятное психологическое воздействие на людей.

Современные стеклянные павильоны в вечернее время работают как большие светильники. При таком освещении современной архитектуры повышаются требования к размещению источников света внутри здания, которые выполняют двойную роль: освещение интерьеров и формирование внешнего светового облика здания.

Специальное световое оформление города в праздничные дни осуществляется путем устройства иллюминации, призванной создать приподнятую, торжественную атмосферу. Широко используются гирлянды, люстры, светящиеся лозунги и пр.

Выразительное световое оформление города – важная задача современного градостроительства.

## ЛАНДШАФТНЫЙ ОБЛИК СОВРЕМЕННОГО ГОРОДА

Гальчин А.А. – студент, Корнеев И.А. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет(г.Барнаул)

Основные тенденции ландшафтного дизайна при проектировании жилых пространств должны быть направлены на создание и обеспечение городского ландшафта как устойчивой системы. Результатом ландшафтного проектирования городских территорий должно быть создание для населения комфортной среды, способной устойчиво функционировать в структуре города.

В ландшафтном дизайне городского пространства большое значение имеет функциональное зонирование проектируемой территории с учетом существующего положения и потребностей населения. Необходимо разделять проектируемое пространство на отдельные зоны по функциональному назначению; разграничивать транспортные и пешеходные пространства. Для внутримикрорайонных, дворовых территорий функциональное зонирование проявляется, в частности, в устройстве площадок разного назначения (отдых, спорт, выгул собак). Существенный момент - функциональная и возрастная ориентация благоустройства жилой среды. Во дворах, наконец, должно найтись место для всех возрастных групп населения, как для детей трех-четырех лет, так и для ребят постарше, а также для подростков, взрослых и пенсионеров, причем их одновременное пребывание во дворе ни у кого не должно вызывать дискомфорта.

Необходимо организовать пешеходные коммуникации для обеспечения связей внутри микрорайона между жилыми, производственными и иными зданиями, остановками общественного транспорта, учреждениями культурно-бытового обслуживания, рекреационными территориями, а также связи между основными пунктами тяготения в составе общественных зон и объектов рекреации. Для обеспечения доступа инвалидов-колясочников к объектам рекреации должны быть предусмотрены системы пандусов. Устройство велосипедных дорожек во внутривортовых пространствах и на территории объектов рекреации представляет практический интерес, обеспечивая возможность езды на велосипеде без необходимости выезда на проезжую часть.

При разработке проекта благоустройства и озеленения внутримикрорайонных пространств и дворовых территорий ландшафтный архитектор сталкивается с проблемой ограниченной территории, отведенной под благоустройство. Высокая плотность современной многоэтажной застройки обуславливает сокращение внутриворотового пространства. Возникает проблема обеспечения жителей площадками отдыха, игровыми, спортивными и детскими площадками, а также озелененными территориями в количестве, предусмотренном нормативами. В результате во дворе размещается площадка одного функционального

назначения, как правило, для детей дошкольного возраста или площадка отдыха. Решением этой проблемы видится опять же продуманное функциональное зонирование ограниченного пространства под благоустройство, которое позволяет максимально эффективно использовать имеющуюся территорию. Сложнее всего вписать в ограниченное пространство спортивные площадки, особенно в связи с необходимостью соблюдать нормативные разрывы от границы площадки до окон жилых домов. Кроме того, стандартная спортивная площадка, как правило, предназначена для какого-то одного вида спорта. Решением этой проблемы является устройство многофункциональных спортивных площадок, в летнее время сочетающих в себе возможность игры в футбол, волейбол, баскетбол и т.д., а в зимнее используемых в качестве катка и хоккейной площадки.

Еще одна проблема, связанная с высокоплотной застройкой, - нехватка мест для парковки автотранспорта на открытых стоянках. В результате в местах, предусмотренных для благоустройства во внутривортовых пространствах, устраиваются несанкционированные парковки. Часто эта проблема перекладывается на ландшафтных архитекторов, выполняющих проект благоустройства в условиях сложившейся застройки. В результате возникает противоречие между нехваткой стояночных мест и недостаточной обеспеченностью населения озелененными территориями. В этой связи определенный интерес представляет применение газонных решеток в качестве альтернативного покрытия стоянок. Модульное покрытие в виде пчелиных сот обладает высокой устойчивостью к механическим нагрузкам. Посеяв многолетние травы и обеспечив надлежащий уход, с их помощью можно создать покрытие, по внешнему виду и экологическим функциям не уступающее газону. При этом создается впечатление, что автомобиль припаркован прямо на газоне, причем без ущерба последнему.

Чтобы с максимальным эффектом разграничить пешеходные и транспортные пространства, следует активно использовать безграничные возможности природных материалов - формировать живые изгороди из декоративных деревьев и кустарников, которые к тому же частично нейтрализуют выхлопные газы, создавать искусственные перепады рельефа и пр.

Серьезно затрудняет реализацию ландшафтных решений наличие подземных инженерных сетей (газопровод, канализация, водопровод, дренаж, кабели связи, силовые кабели и т.д.), на которых не допускается посадка деревьев и кустарников, организация дорожек и площадок, размещение малых архитектурных форм и даже разбивка цветников в пределах нормированных охранных зон. Их присутствие затрудняет и проектирование озелененных территорий общественного пользования (скверов, бульваров и т.д.) с обеспечением предусмотренного нормативами количества деревьев, кустарников, цветников.

Подземные коммуникации накладывают определенные условия и ограничения на творческие замыслы ландшафтного архитектора. Для вновь застраиваемых территорий оптимальным решением было бы выполнение проектов ландшафтного дизайна жилых пространств одновременно с проектом застройки, поскольку на этом этапе еще существует возможность требовать более рационального размещения подземных коммуникаций, оставляющего свободными участки, предназначенные для комплексного благоустройства.

При недостаточной площади, отведенной для посадки деревьев, кустарников и устройства цветников, очень перспективно вертикальное, а также мобильное контейнерное озеленение с установкой вазонов и цветочниц с однолетниками. Вертикальное озеленение гаражей, непривлекательных стен производственных зданий, технических сооружений с применением вьющейся растительности, широко используемое в зарубежной практике ландшафтного дизайна городской среды, начинает активно применяться и у нас, что, несомненно, улучшит экологический и эстетический облик города.

Нет нужды объяснять, насколько важен для человека привлекательный вид из окна. Не случайно этот показатель самым непосредственным образом влияет на выбор жилья и его стоимость. Вот почему решение данной задачи стало одной из новейших тенденций



ландшафтного дизайна. Поскольку городская застройка, в основном, многоэтажная, ландшафтному архитектору необходимо учитывать, как будет выглядеть организуемая им среда при взгляде из окон верхних этажей. Разнообразные формы и очертания площадок, замысловатые изгибы дорожек, художественно сформированные группы деревьев и кустарников, яркие пятна цветников наилучшим образом воспринимаются именно с высоты. При ландшафтном обустройстве городских пространств не стоит забывать об эмоциональном аспекте. Похожие друг на друга дворы с односложным набором Элементов (одинаковые лавочки, однотипное и скучное оборудование детских площадок) действуют на человека угнетающе. Поэтому важная задача ландшафтного архитектора придать индивидуальный облик каждой дворовой территории. Иными словами, к новейшим тенденциям ландшафтного проектирования следует отнести формирование однозначно распознаваемого окружения, обладающего эстетической привлекательностью, нестандартностью размещения и органичным взаимодействием природных компонентов.

## САНИТАРНО-КУРОРТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КРУПНЫХ ГОРОДОВ

Гликенфрейд Е. Ю. - студент, Корнеев И.А. - к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Современный человек, особенно проживающий в крупном городе, безусловно, нуждается в отдыхе. Причем отдыхе не только активном, для обеспечения которого создаются развлекательные и спортивные центры, как в черте города, так и за его пределами, но также и оздоровительном.

Санаторно-курортное лечение можно считать наиболее естественным, физиологичным. Наряду с природными лечебными факторами на курортах широко применяются методы физиотерапии, с использованием соответствующей техники, диетотерапия, лечебная физкультура, массаж, иглорефлексотерапия, все это позволяет свести до минимума употребление лекарственных препаратов, а во многих случаях и совершенно от них отказаться.

В зависимости от преобладания того или иного природного фактора курорты подразделяются на климатические, бальнеологические и грязелечебные.

Климатические курорты - биологическое действие климата многообразно: успокаивает и тонизирует нервную систему, улучшает регуляцию жизненных процессов, повышает сопротивляемость инфекционным заболеваниям.

Бальнеологические курорты - под бальнеотерапией понимается совокупность лечебных методов, основанных на использовании минеральных вод. Механизм действия ванн из минеральной воды определяется, прежде всего, специфическим химическим влиянием растворенных в воде газов и солей. Последние, раздражая рецепторы кожи, оказывают местное, а затем и общее рефлекторное действие. При приеме внутрь минеральная вода оказывает химическое действие, обусловленное содержащимися в ней микроэлементами, солями, газами. Она обладает также свойствами вызывать термические эффекты.

Грязелечебные курорты - лечебные грязи представляют собой различные виды иловых отложений, образующихся на дне водоемов, морских лиманов, озер и различаются по их происхождению.

Под уникальными в данном случае понимаются курорты, располагающие минеральной водой или лечебной грязью, ландшафтом, климатом, которые хотя бы в одном имеющем бальнеологическое значение компоненте превосходили все другие аналогичные природные лечебные факторы России; или отличающиеся большим разнообразием используемых типов и разновидностей минеральных вод, лечебных грязей, ландшафтно-климатических особенностей.

Очевидно, что проектирование и строительство санаториев и курортных зон прежде всего связано с природно-климатическими ресурсами определенной территории, но даже в регионах отдаленных от уникальных грязевых или минеральных источников необходимо создавать санатории, находящиеся на доступном расстоянии от города и обеспечивающие определенный набор оздоровительных процедур. Отводимые для такого строительства зоны следует обеспечить защитой от негативного техногенного воздействия окружающих территорий для сохранения их экологического равновесия.

## СОВРЕМЕННЫЙ ОБЛИК ВОДОЕМА КРУПНОГО ГОРОДА

Кулешов И.С. - студент, Корнеев И.А. - к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

В последнее десятилетие в развитии городской экологии, в ее практическом аспекте, наиболее активно развивается восстановительное и реставрационное направление — Экологическая реконструкция.. Проблематика данного вопроса, наконец, перешла к вопросам создания биопозитивных свойств городской среды и ее экологизации с учетом всех аспектов функционирования и развития природных объектов в условиях урбанизации. Одной из основных проблем экологической реконструкции в городских условиях является — выработка новых подходов в проектировании и дальнейшей реализации, а если быть точнее

применение накопленной информации по работе с подобными объектами, расположенными в условиях природной среды, с учетом дополнительных социально-экономических условий, в том числе собственный опыт и интуиция.

В городских условиях по функциональному назначению водоемы делятся в основном на природные, природно-рекреационные, купальные, декоративные и технические (пруды-регуляторы, отстойники). Принадлежность к тому или другому виду использования водоема определяется его местоположением в городе (природные комплексы, селитебная территория), происхождением (природные, искусственные), степенью проточности, водообменном, качественным составом.

1. Обязательными условиями при экологической реабилитации прудов являются - инженерно-экологические, инженерно-геологические и социальные исследования.

2. В работе над объектом часто появляются социально-городские аспекты, требующие всестороннего участия городских властей, представителей местных органов, экологической милиции, местных жителей. В большинстве случаев это связано с исключением негативного влияния на водный объект уже после работ по его реконструкции.

3. После проведения основных подготовительных этапов, определяются основные направления проектирования. Практически во всех случаях основными работами являются: очистка ложа пруда от иловых отложений, дноуглубление, планировка ложа пруда, изменение береговой линии, берегоукрепление, высадка водной растительности, гидротехнические работы, благоустройство водоохранной зоны.

4. Очистка ложа пруда от иловых отложений. В городских прудах за счет постоянного техногенного воздействия образуется мощный загрязненный иловый осадок, состояние которого не отвечает требованиям Роспотребнадзора и является вторичным источником загрязнения.

5. Дноуглубление, планировка ложа пруда и изменение береговой линии. Необходимый элемент в работе над прудом. Очень важным является определение соотношения глубоководной и мелководной зоны пруда, так как от этого в последствии зависят гидробиологические процессы, обеспечивающие чистоту воды.

6. Берегоукрепление. При экологической реабилитации происходит полный отказ от бетонного берегоукрепления, так как при контакте воды с бетоном количество органического вещества в воде увеличивается, что дает толчок для развития сине-зеленых водорослей, уменьшающих содержание кислорода и в следствии замор рыбы, общее ухудшение условий. В настоящее время широко используются следующие методы берегоукрепления отвечающие всем экологическим стандартам — препарат биорекулат, газоны со специально подобранной травосмесью, ряжевые стенки, пластиковые георешетки, каменные наброски, клееный камень.

7. Высадка водной растительности. Правильно расположенные и сформированные зоны макрофитов во многом определяют в дальнейшем качественный состав воды. Помогают сформировать природный ландшафт обеспечить кормовой базой биоту водоема.

8. Гидротехнические работы. Не стоит забывать, что большинство водоемов требует установки необходимых гидротехнических сооружений, обеспечивающих их искусственное равновесие

9. Благоустройство водоохранной зоны. От окружающей территории во многом зависит и качественный состав воды в пруде. При экологической реабилитации необходимыми условием является правильная планировка территории, обеспечивающая удобные подходы к воде, смотровые площадки, распределение рекреационной нагрузки. Исключение попадания сточных вод в акваторию.

## РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЛЬЕФА ДЛЯ ЗАСТРОЙКИ НОВЫХ МИКРОРАЙОНОВ СОВРЕМЕННЫХ ГОРОДОВ

Лыкова М.И. – студент, Корнеев И.А. – к. т. н., доцент

Алтайский Государственный Технический Университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Город не может больше разрастаться вширь, поскольку на таких огромных территориях инженерные и транспортные коммуникации становятся малоэффективными, значит, единственный выход – к модели интенсивного развития, проще говоря – брать не только количеством, сколько качеством.

Актуальное освоение подземного пространства в центре, где нельзя вторгаться в уже сложившуюся историческую застройку. Под землей появятся торговые центры, автомобильные паркинги и другие необходимые городу объекты.

Уровень освоения подземного пространства – своеобразный индикатор развития города. Совершенствуются технологические схемы подземного строительства, внедряются новые решения – такие как “стена в грунте”, устройство буроинъекционных и буросекущихся свай, поэтапная разработка земляного ядра и т.д. Таким образом, мы имеем все средства для активного освоения подземного пространства, несмотря на его геологию.

При анализе градостроительных ситуаций, имеющих подземную часть, определены следующие основные планировочные приемы их размещения:

- под главными или крупными городскими площадками
- у пересечения транспортных магистралей
- в застройке
- под транспортной магистралью
- у транспортной магистрали

Необходимо развивать и совершенствовать использование подземного пространства.

Способ пространственного зонирования комплексов (полифункциональное, смешанное и монофункциональное использование подземного пространства) обеспечивает: высвобождение ценных земельных участков под пешеходные зоны и озеленение либо ограничения на территории транспортного движения; сокращение наземных площадей, отводимых под автомобильные парковки, а также развитие и использование традиций места, его функциональных и архитектурных особенностей; соблюдение существующих “красных” линий застройки сохранение этажности и масштабы среды; архитектурно-стилевых особенностей окружающей застройки, имеющих архитектурно-художественную либо историческую ценность.

## МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ПРИ ЕГО ВОЗВЕДЕНИИ НА ПУЧИНИСТЫХ ГРУНТАХ, ИХ АНАЛИЗ

Гребенькова Н.В. – студент гр. ГСХ-21, Черепанов Б.М. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Во всем мире сталкиваются с проблемой защиты дорожного полотна от постоянного воздействия внешней среды. Промерзание и вспучивание грунта – одна из самых существенных причин повреждения дорожного покрытия [7]. В районах сезонного промерзания грунтов на участках дорог, находящихся в неблагоприятных грунтово-гидрологических условиях, наряду с требуемой прочностью должна быть обеспечена достаточная морозоустойчивость дорожных одежд и земляного полотна [1].

В зависимости от источников переувлажнения грунтов предлагаются следующие мероприятия по улучшению водно-теплового режима и повышению несущей способности земляного полотна [3].

На отдельных участках дороги, проходящей в выемках, при глубине их ниже водоносного горизонта приходится прорезать водоносный слой. Если не принимать предохранительных мер, то вода из водоносного слоя будет стекать по откосу в выемку, что приведет к сползанию откоса и переувлажнению земляного полотна и дорожной одежды. В целях перехвата грунтовой воды устраивают перехватывающий дренаж. Конструкция дренажа включает основной элемент – дренажную трубу, укладываемую на грунтощебеночную или из гравийной смеси подушку. Для дренажа применяют гончарные,

асбестоцементные, пластмассовые, из пористого беспесчаного бетона и другие аналогичного типа трубы. Внутренний диаметр труб 50 – 300 мм, длина зависит от типа и массы труб.

Строительство такого дренажа целесообразно проводить до сооружения выемки.

При расположении уровня грунтовых вод под земляным полотном и возможным переувлажнении слагающих его грунтов капиллярной водой возникает необходимость строительства глубоких дренажей для понижения уровня грунтовых вод в пределах земляного полотна.

Необходимость устройства глубокого дренажа должна быть обоснована всесторонними изысканиями, исследованиями и технико-экономическими расчетами.

Основная особенность строительства дренажа— это расположение дрен под боковыми канавами. При таком их расположении строительство дренажа возможно как до строительства насыпи, так и после ее возведения. Необходимо учитывать, что дренажные трубы приходится укладывать на глубине 2,5—3 м. Это определяет название дренажа — глубокий и создает трудности по его осуществлению. В остальном работы не отличаются от работ по строительству перехватывающих дренажей.

При расположении дороги на местности со II и III типом увлажнения в целях снижения возможного переувлажнения верхней части земляного полотна и дорожной одежды за счет поднятия парообразной и капиллярной воды устраивают водопаронепроницаемые и капилляропрерывающие слои.

Водопаронепроницаемые слои устраивают на всю ширину земляного полотна или в целях экономии материалов на ширину проезжей части с превышением ее с каждой стороны на 0,5 м. Водонепроницаемые слои устраняют доступ не только парообразной и капиллярной влаги, но и влаги в любом ее виде. Водонепроницаемые слои можно строить из местных супесчаных грунтов, обработанных органическими вяжущими материалами. Помимо обработки местного грунта, проводят строительство водонепроницаемого слоя толщиной 3—3,5 см из доставленной с загона готовой горячей асфальтобетонной смеси IV марки, или из гидроизола. Наилучшее решение — это расстилка синтетической пленки толщиной до 1 мм достаточно прочной и устойчивой. Такие пленки вырабатывает промышленность для придания водонепроницаемости стенкам и дну гидротехнических каналов. Поверх спланированного земляного полотна расстилают рулоны пленки с перекрытием стыков на 10 – 20 см; по краям пленку приподнимают кверху на 20 -30 см.

Капилляропрерывающие слои располагают в насыпях на всю ширину на глубине, считая от бровки, равной 1 м. Назначение этих слоев — создать преграду для подъема капиллярной воды. Их устраивают из гравия или щебня, не обладающих способностями к капиллярному поднятию в них воды. Попадающие вместе с капиллярной водой частицы грунта могут привести к заиливанию капилляропрерывающих слоев и потери их способности. Поэтому снизу и сверху капилляропрерывающих слоев располагают противозаиливающие слои.

Противозаиливающие слои строят из топочных шлаков, чистых каменных высевок, отходов асбестовой промышленности, торфа с малой зольностью и других местных материалов, обладающих требуемыми свойствами и не подвергающихся гниению. При современных материалах противозаиливающие слои укладывают из слоя любого геотекстиля.

После окончания работ по строительству капилляропрерывающего слоя поверх него продолжают отсыпку грунта для верхней части земляного полотна. При строительстве вышеперечисленных слоев земляного полотна не следует допускать проезда грузовых автомобилей по готовым капилляропрерывающим слоям.

В результате строительства водонепроницаемых и капилляропрерывающих слоев достигают сохранения грунтов в верхней части земляного полотна с пониженной влажностью. Это предохраняет дорожную одежду от повышенного пучинообразования. За счет повышения модуля деформации грунта верхнего слоя можно снижать толщину дорогостоящих слоев дорожной одежды [4].

Дренирующие слои из песка впервые применены на дорогах России в прошлом столетии при строительстве щебеночных и гравийных покрытий. Для отвода воды из дренирующих слоев устраивали под обочинами поперечные воронки, заполненные песком. Опыт показал, что в весенний период грунт и песок этих воронок, находясь в замерзшем состоянии, не пропускают воду из дренирующего слоя. Учитывая этот опыт, устраивают дренирующие слои трех видов.

В тех случаях, когда вся поступающая в дренирующий слой вода может разместиться в его порах, дренирующий слой устраивают по принципу объемного поглощения. Эти слои располагают только под дорожной одеждой без устройства из них выпусков. Вода в дренирующем слое с некоторым запасом его по толщине на высоту капиллярного поднятия не оказывает вредного воздействия на дорожную одежду.

Для снижения толщины дренирующего слоя за счет увеличения объема пор и возможного выхода воды из него в типовых проектах для дорог I — III категорий предусмотрены дренирующие слои на всю ширину земляного полотна.

В целях сокращения расхода материала на дренирующий слой, а также для уменьшения его толщины при обеспечении выхода излишков воды применяют дренирующие слои первого типа с выпуском из них воды трубчатыми воронками.

Наиболее распространенным материалом для дренирующих слоев является песок. Чем крупнее песок и меньше в нем пылевато-глинистых частиц, тем выше его фильтрующие и водоотводящие свойства. Из него можно строить слои меньшей толщины с меньшим расходом материалов.

Песчаные дренирующие слои постепенно заиливаются мелкоземом под действием капиллярного поднятия воды. Возможно их заиливание сверху при проникании воды через грунтовую обочину. Это вызывает необходимость устраивать сверху и снизу песчаных дренирующих слоев противозаиливающие слои, что значительно увеличивает их стоимость [5].

Возвышение бровки над уровнем грунтовых вод или над поверхностью земли при затрудненном водоотводе обеспечивается путем устройства земляного полотна в насыпи или путем понижения уровня грунтовых вод. Возвышение бровки повышает модуль деформации грунта полотна вследствие обеспечения более благоприятных гидрологических условий грунтового основания и ускоряет просыхание грунта в период оттаивания. В то же время возвышение бровки земляного полотна предохраняет дорогу от снежных и песчаных заносов [6].

Теплоизолирующие слои применяют в целях улучшения водно-теплового режима за счет уменьшения глубины промерзания земляного полотна, чем достигают снижение высоты капиллярного поднятия воды и уменьшения переувлажнения верхней части земляного полотна. Одновременно со снижением глубины промерзания уменьшается толщина дорожной одежды и получается экономия дорожно-строительных материалов.

Можно совместить задачу получения прочной и теплоизолирующей одежды. Так, опытные работы разных исследователей показали, что при строительстве дорожной одежды из одного слоя асфальтобетона толщиной до 30—40 см, обладающего теплоизолирующими свойствами, водно-тепловой режим земляного полотна из суглинистого грунта улучшается и не наблюдается переувлажнение его верхнего слоя.

Специальный материал для теплоизолирующих слоев должен обладать низкой теплопроводностью, незначительной сжимаемостью, однородностью, малой водонасыщаемостью (не более 10%), которая не изменяется в течение срока службы дорожных одежд и не подвергается воздействию микроорганизмов. Кроме того, материал должен быть недорогим и несложным в укладке. Такими материалами могут быть: жесткий пенопласт, изготовленный на основе высокополимерных смол, в частности, полистирол плотностью 30—60 кг/м<sup>3</sup> и водонасыщением до 10% (реже 20%); пено- и газобетон со стальной арматурой; пенослой, получаемый путем вспучивания смол, например, полиуретановых или фенолформальдегидных.

Их недостаток в том, что на дорожных одеждах с теплоизолирующими слоями легче возникает гололед и держится дольше [5].

В настоящее время на основе перечисленных материалов появились новые разработки, такие как плиты из экструзионного пенополистирола «Пеноплекс». В составе дорожной конструкции плиты «Пеноплекс» представляют своего рода температурный барьер между слоями земляного полотна и находящимися внизу грунтами. Применение «Пеноплекс» позволяет грунтам всегда находиться в зоне положительных температур, пучинистый грунт не промерзает и, как следствие, не вызывает пучения [7]. Пожалуй, самое главное преимущество, – это возможность использования в верхней части земляного полотна местных пучинистых грунтов без их замены. На основании сопоставления показателей различных материалов сделан вывод о том, что в конструкции земляного полотна 1 см материала «пеноплекс» по теплозащитной функции эквивалентен 30 см песка.

В 2003 г. ФГУП «Союздорнии» провело обследование на опытных участках дорог, построенных с применением плит «пеноплекс»: МКАД – Кашира и Серпухов – Тула, которое доказало целесообразность его дальнейшего применения [2].

## ВЛИЯНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ СОЗДАВАЕМЫХ ТРАНСПОРТОМ НА ЖИЛЫЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

Райда С.Ю. – студент, Дудкин Е.С. – ассистент

Алтайский Государственный Технический Университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Жилые и общественные здания в крупных городах России и за рубежом подвергаются все большему вибрационному воздействию от городского транспорта, интенсивность движения которого неуклонно увеличивается в связи с промышленным развитием стран и автомобилизацией. Одновременно вибрации подвергаются жители этих домов. Вибрация, порождаемая подземным и наземным, рельсовым и безрельсовым транспортом, разрушает здания и сокращает их ресурс, причем в отдельных случаях капитальный ремонт бесполезен. Еще более неблагоприятное воздействие вибрации на находящихся в зданиях людей.

Основными методами защиты от вибраций, создаваемых городским транспортом, является подавление источника колебаний при эксплуатации или удаление его за пределы активной зоны, или же предотвращение строительства зданий в пределах этой зоны.

Основная энергия колебаний зданий от движения трамвайных поездов сосредоточена в диапазоне 22—45 Гц, а от движения тяжелых грузовых автомобилей, автобусов и троллейбусов в диапазоне 4—22 Гц. Основное внимание уделено влиянию трамвайного движения на колебания зданий и находящихся в них людей при частоте - 31,5 Гц.

Вибрационная нагрузка на здания при определенной интенсивности вызывает разрушения строительных конструкций. Деформации зданий, как правило, начинаются с неравномерных осадок фундаментов. Резонансные явления в несущих конструкциях благодаря малой энергии колебаний не вызывают быстро протекающих разрушений. Колебания многоэтажных зданий с частотой 4—45 Гц, амплитудой 3—5 мкм и ускорением до 20 см/с<sup>2</sup> не могут быстро нарушить прочность строительных конструкций. Картина медленно протекающих процессов разрушения здания от вибраций, создаваемых городским транспортом, описана в трудах ряда исследователей. Установление функциональных зависимостей здесь требует длительных наблюдений.

В городе Барнауле в качестве исследуемого здания было выбрано трехэтажное административное здание по проспекту Строителей 22 имеющее множество трещин находящихся как в нижней части здания, так и в верхней части. Физический износ здания является следствием техногенного воздействия от городского транспорта. На здании были установлены контролирующие маяки. Результаты замеров приведены в журнале наблюдений. В действительности это здание подвергается сразу трем основным, не включая вторичные, воздействиям. Скорость трамвая на данном участке составляет 25-30 км/ч.

Дополнительным фактором воздействия является изношенность трамвайных путей (стыки рельс), загруженность городским транспортом. На проспекте строителей рис 1 дорога проходит в десятке метров от здания. Значительные неровности дороги также повышают воздействия на здания, находящийся в непосредственной близости от данного здания железнодорожный городской и пригородный транспорт.

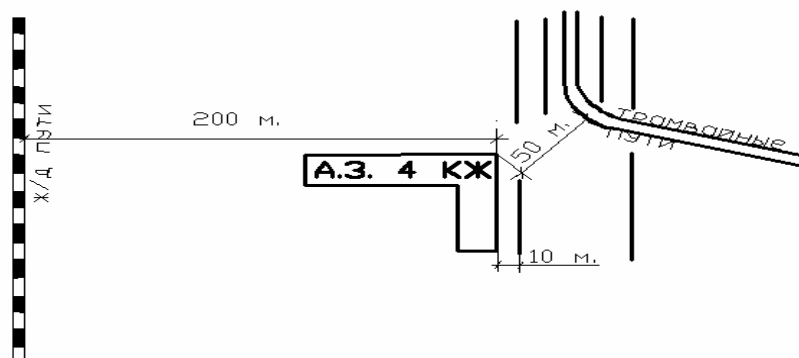


рис. 1

При определении минимального расстояния между трамвайными путями и домами, необходимо определить интенсивность рассеивания энергии колебаний в грунте, мощность источника и многие другие факторы.

Коэффициенты, определяющие эту зависимость, делятся на три группы. Коэффициенты первой группы характеризуют конструктивные факторы: конструкцию пути, состав и сложение грунтов, и наличие экранов в грунте, конструкция и масса здания; коэффициенты второй группы — эксплуатационное состояние: состояние пути, воднотепловое состояние грунта, физический износ здания; коэффициенты третьей группы относятся к транспорту и его движению по объекту: характеризуют конструкцию и массу проходящего подвижного состава трамвая, его эксплуатационное состояние и в первую очередь, ходовых частей, скорость движения вдоль фасада дома и частоту движения. (таблица).

Таблица

Грунт	Состояние здания	Минимальные расстояния, м		
		Скорость трамвайного поезда, км/ч		
		15	30	45
Удовлетворительное состояние пути				
Средний	После КР	4,5	6,5	10
	Удовлетворительное	5	7,5	11,5
	Перед КР	6	9	13,5
Слабый	После КР	6	7,5	11,5
	Удовлетворительное	5	9	13,5
	Перед КР	7,5	11,5	16,5
Неудовлетворительное состояние пути				
Средний	Удовлетворительное	7,5	11,5	16,5
	Перед КР	9	13,5	20
Слабый	Удовлетворительное	9	13,5	20
	Перед КР	10,5	16	24

Примечание КР — капитальный ремонт.



Влияние конструкции подвижного состава оценено в специально поставленном сравнительном опыте (с подрезиненными центрами колес, т. е. с минимальной неподрессоренной массой) и вагонами с цельнометаллическими колесами. Неподрезиненные колеса не оказывали существенного влияния на генерирование низкочастотных вибраций. Значительно большее влияние оказали дефекты колес. Влияние одного из решающих факторов — скорости движения выявлено также в специально поставленных опытах.

При прочих равных условиях наибольшее влияние на дальность распространения вибраций оказывают состояние пути и ходовых частей подвижного состава и скорость его движения. Результаты расчетов определили искомые минимальные расстояния между зданиями и трамвайными путями.

Таким образом, основные воздействия на жилые и нежилые здания и сооружения оказывает малое расстояние от источника и высокую скорость движения транспорта при не удовлетворительном состоянии рельсового полотна.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ СВОЙСТВ ЛЕССОВЫХ ГРУНТОВ ПРИ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВОЙ МЕТОДИКИ

Орлов С.В. – студент, Корнеев И.А. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Проблема реконструкции и изменения функционального назначения зданий старого жилого фонда в последнее время весьма актуальна. Особо остро эта проблема встает для лессовых просадочных оснований, широко распространенных в городе Барнауле и других крупных городах России. При длительной эксплуатации зданий и других техногенных воздействий в их основаниях происходит ряд внутренних процессов, которые приводят к изменению прочностных и деформационных свойств лессовых грунтов.

Весьма затруднительно прогнозирование изменений этих свойств грунтов без специальных исследований.

В процессе исследования природы деформаций лессовых грунтов было установлено, что их прочность определяется прочностью и числом связей, слагающих грунты частицами, в единице объема. Уплотнение глинистого грунта связано с взаимным перемещением в более компактное состояние слагающих его частиц.

Основным количественным показателем энергетических признаков структуры лессовых грунтов является величина силы сцепления между твердыми структурными элементами в единичном контакте. Такие силы получили название структурных связей. Структурные связи в лессовых грунтах – результат суммарного действия сил притяжения и отталкивания.

На практике применяют различные методы определения прочности индивидуальных контактов в глинистых грунтах. Расчетный метод определения прочности индивидуальных контактов основан на знании величины макроскопической прочности структуры  $P_c$  и микроскопического параметра  $\chi$  - число контактов в единице площади сечения разрушения. Таким образом, прочность индивидуального контакта  $P_1$  определяется по формуле:

$$P_1 = \frac{P_c}{\chi} \quad (1)$$

На этом основан «Бразильский метод» и метод испытания «грунтовых балочек» на изгиб ГОСТ 310.4-81 «Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии».

Помимо расчетного метода определения прочности индивидуального контакта существует ряд прецизионных методик по прямому измерению силы сцепления в контактах между твердыми телами, которые дают представления о величине структурных связей между глинистыми минеральными частицами.

Но расчетный метод и прямые методы определения прочности индивидуального контакта между твердыми структурными элементами оснований зданий имеют некоторые недостатки. В расчетном методе невысока его точность, так как число контактов в единице площади сечения разрушения принимается по графической зависимости среднего числа частиц от узла до узла от пористости. Прямые методы измерения прочности индивидуального контакта требуют высокочувствительных установок и измерения производят в растворах электролитов, что недопустимо при определении прочности индивидуального контакта между твердыми структурными элементами образцов лессовых грунтов оснований зданий не нарушенной структуры.

В качестве экспериментальной была выбрана площадка на пересечении ул. Балтийская - ул. Лазурная, г. Барнаул. Нами были отобраны образцы грунта ненарушенной структуры на глубине 4м. от поверхности земли. Проведены лабораторные испытания по определению физико-механических свойств грунтов в естественном состоянии.

Для определения прочности индивидуальных контактов между твердыми структурными элементами лессовых грунтов разработана следующая конструкция прибора.

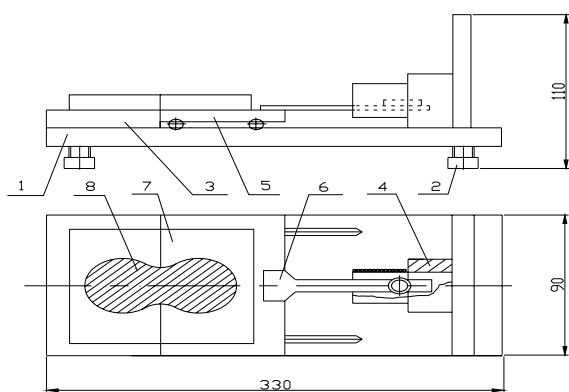


Рисунок 1. - Конструкция механической части прибора

Механическая часть прибора (рис.1) конструктивно представляет собой станину 1 с приспособлением регулировки в горизонтальной плоскости 2, закрепленными на ней неподвижной платформой 3, втягивающим реле 4 и второй подвижной платформой 5. Подвижная платформа совершает поступательные движения вдоль станины с направляющими по подшипникам качения, при этом поверхности обеих платформ выполнены в одной плоскости. К подвижной платформе прикреплен флажок втягивающего реле 6. На

плоскости сомкнутых платформ крепится неподвижно раздвижная кассета 7 с испытуемым образцом грунта 8. Калибровка по усилию сдвига подвижной платформы выполняется с помощью весовых мер, вследствие чего весом платформы и трением качения в подшипниках можно пренебречь.

Датчик, определяющий момент разрушения или пластическую деформацию исследуемого образца грунта, должен быть не чувствительным к возможному попаданию на него частиц грунта при разрушении образца. Из-за простоты и надежности конструкции был выбран индуктивный дифференциальный преобразователь с перемещающимся сердечником. После разрушения образцов регистрируется усилие разрыва. Далее образцы подготавливают для фотографирования места разрушения с помощью растрового электронного микроскопа.

Затем полученные снимки поверхности образцов грунта сканируются и оцифровываются для электронного анализа на ЭВМ. Обработка результатов выполняется с использованием программного комплекса «Promik» по образцам

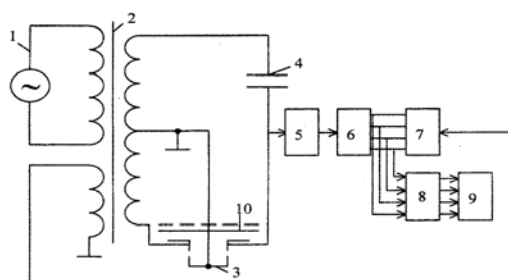


Рисунок 2. Измерительная цепь линейного преобразователя  
1 - генератор; 2 - трансформатор; 3 и 4 – измерительный и компенсационный преобразователи; 5 – фазовый детектор; 6 – устройство уравнивания; 7 – цифро-аналоговый преобразователь; 8 – преобразователь кодов; 9 – блок индикации; 10 – заземленная поверхность

грунта с увеличением от  $\times 200$  до  $\times 1500$  для исключения статистически недостоверной информации. В результате компьютерного анализа по программе «Promik» получаем количество и размеры твердых структурных элементов лессового грунта. Зная усилие разрыва и количество твердых структурных элементов, входящих в поперечное сечение образца, определяем прочность индивидуальных контактов.

В качестве средства контроля момента разрушения исследуемого образца лессового грунта, при определении прочности индивидуальных контактов, применяется бесконтактный линейный электроемкостный измерительный преобразователь микроперемещений (рис.2).

Полученные результаты по разным методикам показали высокую степень корреляции и значительные различия в экономических и временных затратах, что определяет приоритетное направление использования нового метода.

## МЕРОПРИЯТИЯ ПО УСИЛЕНИЮ ДОРОЖНОГО ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПУЧИНИСТЫХ ГРУНТОВ И ИХ АНАЛИЗ

Башкловкин А.В., Шевченко Р.О. – студенты гр. ГСХ-21, Черепанов Б.М. – к.т.н., доцент Алтайский государственный технический университет им И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Не секрет, что Российская Федерация по площади своей территории является самой большой страной в мире. Экономическое развитие России находится в прямой зависимости от качества и количества внутренних связей ее субъектов. Автомобильные дороги по сути главные транспортные «связные» нашей страны.

Огромное количество дорог расположено на территориях с суровыми климатическими условиями. Это сказывается как на износе дорожной одежды, который приводит к ее разрушению, так и на качестве эксплуатации. Одним из главных «врагов» дорожных одежд в таких условиях является морозное пучение грунтов, слагающих насыпь автодорог. Такие явления могут занимать обширные пространства, измеряемые квадратными километрами, или небольшие площади, измеряемые квадратными метрами [3]. Поэтому вопрос борьбы с силами морозного пучения встал очень остро. Ежегодно на ремонт автодорог повреждённых в результате действия сил уходят не малые денежные средства, что весьма сказывается на бюджете Российской Федерации. Около 90% средств, отпускаемых на оздоровление земляного полотна дорог, расходуются на борьбу с пучением [3]. Поэтому сейчас в актуальности данной проблемы не приходится сомневаться.

Проектирование мероприятий по укреплению пучинистых участков дороги следует начинать с установления требований по прочности и морозоустойчивости дорожной одежды на таких участках. Для установления этих требований нужно иметь следующую информацию: количество пучинистых участков на 1 км дороги и их суммарную протяженность, коэффициенты прочности дорожной одежды и сроки ее усиления на здоровых (непучинистых) участках дороги. На основе этой информации назначают тип требований к пучинистому участку дороги.

В зависимости от выявленных причин повреждения дорожной одежды на пучинистом участке дороги назначают мероприятия по улучшению водно-теплового режима земляного полотна, к которым относятся:

- устройство по перехвату и отводу воды, поступающей с верховой стороны по слоям дорожной одежды из зернистых материалов, при наличии затяжных продольных уклонов и обратных уклонов (поперечные дрены);

- устройство по устранению влияния поверхностных вод на влажность грунтов рабочего слоя на участках с необеспеченным поверхностным стоком (бермы, уположенные откосы, экраны, кюветы);

- устройство по устранению влияния подземных вод на влажность грунтов рабочего слоя на участках с верховодкой и близким залеганием грунтовых вод (дренажи глубокого заложения, гидроизолирующие и капилляропрерывающие прослойки);

- устройство по уменьшению глубины промерзания земляного полотна (теплоизолирующие слои из пенопласта);
- замена пучинистых грунтов (песком, гравием и другими непучинистыми материалами).

В настоящее время разработан ряд мероприятий, направленных на укрепление и усиление насыпи дорожного земляного полотна. Рассмотрим основные из них.

Применение траншейного дренажа. Траншейный дренаж применяют в условиях, когда уровень грунтовых вод оказывает существенное влияние на влажность грунтов рабочего слоя земляного полотна.

*Цель применения* - понижение, перехват и отвод грунтовых вод, снижение за счет этого влажности грунтов рабочего слоя и величины пучения [1]. В отдельных случаях траншейный дренаж служит дополнительно для предотвращения поступления влаги атмосферных осадков в рабочий слой земляного полотна через обочины, откосы, для чего требуется применение специальных конструктивных решений.

Дренаж может быть применен как при реконструкции автомобильных дорог, так и при их ремонте на пучинистых участках в случае, когда рельеф местности позволяет выполнять сброс перехватываемого дренажом потока вблизи этих участков [2].

Гидроизоляция земляного полотна. Гидроизоляцию земляного полотна применяют:

а) для предотвращения поступления влаги атмосферных осадков в тело земляного полотна через неукрепленные обочины или обочины, укрепленные водопроницаемым материалом;

б) то же, сквозь дорожное покрытие переходного типа или разрушенное асфальтобетонное покрытие;

в) для предотвращения поступления в грунты насыпи воды из кюветов при длительном осеннем стоянии поверхностных вод;

г) для предотвращения поступления грунтовых вод в грунты насыпи при их промерзании или для прерывания капиллярного поднятия грунтовых вод.

Гидроизоляция может быть применена при ремонте или реконструкции автомобильных дорог или ремонте сильно разрушенной дорожной одежды, при реконструкции дороги на участках переноса трассы или при увеличении высоты насыпи.

В отдельных случаях при небольшой высоте насыпи и соответствующем технико-экономическом обосновании гидроизоляционная прослойка может быть уложена с предварительным перемещением верхней части насыпи бульдозером и обратным ее возведением после укладки гидроизоляции [2].

Дренажные сооружения для снижения весеннего влагонакопления. Дренажные сооружения предназначены в первую очередь для удаления из земляного полотна и дренирующего слоя дорожной одежды избыточной влаги, поступившей в них за счет таяния снега, зимней миграции из нижележащих грунтовых вод и особенно характерной для пучинистых участков.

Кроме снижения весеннего влагонакопления, в дренирующих слоях происходит и частичное снижение осенней влажности, что, безусловно, положительно сказывается на уменьшении пучинообразования.

Дренажные сооружения для снижения весеннего влагонакопления включают:

- а) комбинированный прикромочный дренаж;
- б) комбинированный плоскостной горизонтальный дренаж;
- в) поперечные дренажи мелкого заложения.

Выбор предлагаемых мероприятий для конкретных условий ремонтируемых участков автомобильных дорог определяется следующими факторами:

- степенью разрушения дорожной одежды на пучинистом участке;
- наличием геотекстильных материалов (ГМ) и дренажных труб;
- высотой насыпи, продольным уклоном автомобильной дороги;
- составом парка дорожных машин для устройства дренажных прорезей;
- наличием местных дренирующих материалов.

Общий анализ факторов, влияющих на выбор противопучинного мероприятия, позволяет рекомендовать:

- комбинированный прикромочный дренаж для пучинистых участков, где существующую дорожную одежду можно использовать в качестве основания при ремонте автомобильной дороги;

- комбинированный геотекстильный дренаж, как универсальное мероприятие для большинства участков при наличии продольного уклона автомобильной дороги;

- поперечный дренаж мелкого заложения для участков с сильно разрушенной дорожной одеждой, на участках с переходным типом покрытия, на участках с продольными уклонами свыше 20 ‰ [2].

Отвод поверхностных вод. Отвод поверхностных вод производится путем устройства кюветов, кювет - резервов и отвода от бровки земляного полотна длительно стоящих поверхностных вод, расположенных ближе безопасного расстояния, за счет уполаживания откосов или устройства берм [4].

Теплоизолирующий слой из пенопласта Применяется на участках полного переустройства дорожной одежды, позволяет ограничить пучение или полностью предотвратить промерзание подстилающего грунта земляного полотна.

Теплоизолирующие слои нужно располагать на глубине не менее 0,5 м от поверхности покрытия для не превышения повторяемости образования гололеда по сравнению с соседними участками.

Для повышения несущей способности земляного полотна рекомендуется укладка армирующей геотекстильной прослойки под теплоизолирующим слоем по верху земляного полотна [4].

Гидроизолирующие прослойки. Применяется при пучении, где источником переувлажнения грунтов являются атмосферные осадки, при полном переустройстве дорожной одежды с устройством основания из крупнозернистых материалов. Данная конструкция позволяет перехватить воду, поступающую через дорожную одежду и обочины, снизить влажность рабочего слоя земляного полотна и повысить его несущую способность.

Также этот способ может применяться на участках местности с необеспеченным поверхностным стоком при высоком уровне стояния подземных вод. Данная конструкция может применяться при полном переустройстве рабочего слоя земляного полотна, позволяет уменьшить толщину морозозащитного слоя за счет снижения влажности грунта рабочего слоя земляного полотна [4].

Армирующие прослойки. Армирующие прослойки применяются для повышения несущей способности земляного полотна на пучинистых участках автомобильных дорог. Применение армирующих прослоек возможно при полном переустройстве конструкции дорожной одежды с целью устройства необходимого дренирующего, морозозащитного слоя. Армирующую прослойку укладывают непосредственно на грунт земляного полотна.

Применение прослоек позволяет уменьшить толщину морозозащитного (дренирующего) слоя или уменьшить толщину конструктивных слоев дорожной одежды за счет увеличения прочностных характеристик грунта земляного полотна, а также позволяет уменьшить толщину морозозащитного (дренирующего) слоя за счет устранения заиливания материала этого слоя. Возможно применение в сочетании с другими мероприятиями по повышению несущей способности земляного полотна, в том числе и при устройстве теплоизолирующего слоя [4].

Описанные выше мероприятия укрепления и усиления дорожного полотна являются типовыми. Но они не всегда полностью устраняют проблему, так как они ориентированы на всю территорию Российской Федерации и не учитывают особенностей того или иного района, поэтому применение любого из мероприятий к конкретной автомобильной дороге должно учитывать местные климатические условия. По-прежнему одним из самых важных мероприятий является надёжное качество производства работ.

## ПРОТИВООПОЛЗНЕВЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ И ИХ АНАЛИЗ

Чалкова Ю.С. – студент гр. ГСХ-21, Черепанов Б.М. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Исследование оползневых процессов является актуальной темой как при строительстве новых объектов, так и при эксплуатации уже возведенных. Систематическое наблюдение за оползнями и своевременно принятые противооползневые мероприятия позволяют предотвратить разрушение откосов (как естественных, так и искусственных), склонов, не допустить угрозы аварийных ситуаций в зданиях и сооружениях, а значит избежать человеческие жертвы.

Основная задача при борьбе с оползнями — обеспечить устойчивость склона, т.е. не допустить возникновения оползня на ещё неподвижном склоне или прекратить смещения оползающих масс.

Интересно, что борьба с оползнями насчитывает много веков. В Киеве еще в XII веке была построена каменная стена для защиты от оползания Михайловской церкви. В древности применялись противооползневые мероприятия разного назначения, но в XIX и в начале XX века широко распространилось представление, что основная причина оползней — вода, а основная мера борьбы с ними — дренаж и водоотводные каналы [5]. Сейчас достоверно известно, что причин для образования оползней чрезвычайно много, как и мер борьбы с ними. В данной работе попытаемся систематизировать основные из них.

Проектирование устойчивых откосов предполагает три основных группы мероприятий: превентивные мероприятия; уменьшение сдвигающих сил; увеличение удерживающих сил.

**К превентивным (профилактическим) мероприятиям** можно отнести следующие:

1) **Перетрассировка автострადы** или отказ от строительства здания в данном месте. Если в результате детальных исследований был обнаружен оползневой массив или потенциально возможное образование оползней, то лучше отказаться от решения строительства в данном месте или возведении транспортных сооружений.

2) **Съем грунта**. В тех случаях, когда перенос намеченной трассы автострადы или здания невозможен, в проекте рассматривается вариант удаления неустойчивых масс грунта. Если выемка достигла прочных пород, то возможно полное избавление от оползня.

3) **Устройство мостовых переходов**. В некоторых случаях создание высоких, протяженных, крутых и малоустойчивых откосов обходится очень дорого. Одним из решений может быть перекрытие участка дороги мостом или другим сооружением, опирающимся на сваи, заложенные на достаточную глубину ниже подошвы неустойчивых грунтов. Специальные исследования должны подтвердить, что сваи действительно заглублены, а не просто упираются в прочный грунт [3]

**Способы снижения сдвигающих сил** можно свести в три группы:

1) **Изменение направления или профиля откоса**. В начальной стадии проектирования следует оценить потенциальную устойчивость откосов в естественных и насыпных грунтах. Если условия позволяют, то небольшие поправки в направлении и крутизне могут максимально сократить или полностью свести на нет вопросы о неустойчивости откосов. Это относится и к оползням, возникающим в процессе или по окончании строительных работ.

2) **Дренаж**. Одна из основных причин, вызывающих развитие оползней в склонах и откосах земляного полотна — воздействие поверхностных и подземных вод. Оно сказывается на изменении физико-механических свойств грунтов в результате их обводнения — в снижении их прочности, увеличении гидродинамических и фильтрационных сил при повышении уровня грунтовых вод, возникновении суффозии, увлажнении контакта покровных грунтов с коренными породами. Следует отметить, что упорядочение стока поверхностных и грунтовых вод на оползневых склонах и откосах проводят на теле оползня (откоса) и за их пределами. Нередко считают, что регулировать подземный и, особенно, поверхностный стоки можно независимо от всего комплекса противооползневых

мероприятий и без учета геологических и гидрологических условий оползневого региона. Такой подход нельзя считать правильным, так как запроектированный подобным образом водоотвод может оказать не только вредное влияние на устойчивость оползневого склона, но и полностью быть разрушенным под воздействием оползня.

3) **Уменьшение массы** за счёт удаления с части оползневого тела достаточного количества грунтовых масс и заменой их на легкие материалы, например котельный шлак, зола, капсулированные древесные опилки, выветрелые сланцы, ракушечный грунт. Количество грунта, подлежащего съему, должно быть определено соответствующими расчетами устойчивости, основанными на результатах надежных натурных и лабораторных исследований [2].

Третьим основным направлением стабилизации откосов в грунтах является **увеличение удерживающих сил**. Хотя применяемые для этого способы могут варьироваться в широких пределах, все они сводятся к двум главным: а) приложению удерживающих сил к подошве оползня и б) увеличению прочности грунта в зоне оползания.

Четыре основных типа мероприятий применимы для развития удерживающих сил в подошве оползня:

1) **Контрфорсы или упорные призмы**. Проектируя контрфорсы предполагается создать достаточный объем искусственных масс, в виде отдельных столбов или лент небольшого протяжения в подошве неустойчивого массива грунта, способных воспрепятствовать его движению. Контрфорсы, как правило, проектируют из бутовой кладки, бетонными, железобетонными.

Оползневый склон при использовании контрфорсов должен иметь небольшую мощность. В плане контрфорсы располагаются на расстоянии, устанавливаемом расчетами из условий недопущения прорезания грунта между контрфорсами. Высоту контрфорса назначают из расчёта недопустимости переползания грунта через него. Многие участки крупных автострад были построены или отремонтированы с применением контрфорсов.

2) **Подпорные стены**. Противооползневые подпорные стены применяются для стабилизации небольших оползней скользя и выдавливания, когда оползневое давление незначительно превышает активное давление от призмы обрушения грунта за подпорным сооружением.

Как правило, для удержания оползающих грунтовых масс подпорные стены должны располагаться на основаниях, представленных прочными коренными породами. Сечения стен должны обеспечивать достаточное противодействие оползневому или активному давлению, а дренажные конструкции, устраиваемые за стеной, успешно отводить воду, скапливающуюся за задней гранью стены. Конструкции подпорных стен применяют, как правило, типовые из монолитного или сборного железобетона или бетонных блоков, допускающих механизацию и механизацию строительных работ [5].

3) **Свайные конструкции**. Использование свайных конструкций (забивных, буронабивных, железобетонных с шахтной проходкой) в комплексе противооползневых мероприятий позволяет решить ряд задач, которые невыполнимы при использовании других типов: механическое удержание смещающихся оползневых масс; проведение комплексных мероприятий по осушению тела оползней путем устройства дренажей под защитой свайных конструкций.

Свайные противооползневые конструкции позволяют обеспечить устойчивость оползневого склона, предотвратить просадки земляного полотна, значительные горизонтальные смещения насыпей, когда трасса автомобильной дороги пересекает оползневой участок в его верхней или средней части; обеспечить устойчивость верховой части оползневого склона при его подрезке для устройства выемки или земляного полотна в полке, общую устойчивость откосов высоких насыпей, снижение нагрузки на оползневой склон от грунта насыпи путем устройства низовых подпорных стен на свайном основании и уменьшения объема насыпи.

4) **Анкерные крепления.** Анкерные конструкции являются одним из типов удерживающих противооползневых сооружений, которые могут быть использованы в виде самостоятельных конструктивных решений или в комбинации с другими. Принцип работы анкерных конструкций зависит от принятого принципа обеспечения устойчивости склона или откоса, технологических возможностей устройства, монтажа анкеров и времени их действия.

Различают *грунтовые анкеры*, которые целесообразно применять с целью стабилизации потенциально оползневых, оползневых склонов и откосов при расположении земляного полотна на них, в их среде или вблизи и *анкеры-тяжи*, которые используются в противооползневых конструкциях комбинированного типа. В последнем случае анкеры-тяжи могут быть временные и постоянные. Срок службы временных анкеров 1—2 года. Постоянные анкеры устраивают из расчета срока службы до 50 лет. Отличие временных анкеров от постоянных состоит в возможности длительного восприятия усилия, что связано с расчетным сечением тяжей, маркой стали, условиями заделки в коренные породы, а также мощностью и стабильностью антикоррозионной защиты.

Следует указать, что, несмотря на положительный опыт использования анкерных конструкций непосредственно в откосах и склонах, в дорожной практике они применяются ограниченно. Это связано в большей степени с необходимостью довольно точных расчетов не только самих конструкций, но и оползневых массивов, а также с низкой несущей способностью в ряде случаев оползневых грунтов, хотя преимущества анкерных конструкций по сравнению с другими типами очевидны. Это единственный тип противооползневых конструкций, который не требует для стабилизации склонов и откосов нарушения сплошности массива путем устройства котлованов или скважин большого диаметра [4].

К мероприятиям по увеличению прочности грунта относятся следующие:

1) **Химическая обработка грунта.** Производится в случаях, когда поверхность скольжения выявлена и грунт поддается обработке, но при использовании данного метода необходимы предварительные лабораторные испытания. К сожалению, в большинстве случаев эффективность способа непродолжительна.

2) **Электроосмос.** Данный способ является одним из способов, с помощью которого удается эффективно повысить прочность грунта на сдвиг в натуральных условиях. Этим, хотя и очень дорогим, способом можно вызвать миграцию поровой воды в грунте между установленными в нем электродами. Потеря в поровой воде ведет к консолидации грунта и, как следствие, к увеличению сопротивления сдвигу.

3) **Термическая обработка грунта.** В течение нескольких лет в России экспериментировалась и успешно применялась термическая обработка пластичных и лёссовых грунтов. Под действием высокой температуры ( $400^{\circ}$ - $800^{\circ}$ С) грунт в откосах выемок и насыпей поддерживается постоянно сухим. Но данный способ является не экологичным, так как в качестве топлива применяются мазут, керосин и, поэтому, используется только в экстренных ситуациях [6].

Подводя итог всем рассмотренным и проанализированным выше противооползневым мероприятиям хочется добавить, что все мероприятия должны отвечать следующим требованиям: эффективности, легкости поддержания и эксплуатации, долговечности, надежности в работе, экономичности (под эффективностью мероприятий понимается степень выполнения ими своего назначения). Для более эффективной борьбы с оползнями необходимо сочетание нескольких видов мероприятий, достаточных для обеспечения запаса коэффициента устойчивости склона [1].

Список литературы:

1. Емельянова Е.П. Основные закономерности оползневых процессов. - М.: Недра, 1982. – 308 с.
2. Зарецкий Ю.К. Обеспечение устойчивости склонов и откосов // ОФимГ. 2001 - №6.



3. Оползни - исследование и укрепление / Г.С. Золоторёв - М.: Мир, 1981. – 368 с.
4. Противооползневые мероприятия на автомобильных дорогах / В.Д. Браславский – М.: Транспорт, 1985. – 301 с.
5. Современные движения земной коры / Ю.Д. Буланже – М.: Наука, 1980. – 2005 с.
6. Швец В.Б. Обеспечение устойчивости сооружений на оползневых склонах, сооруженных лессовыми грунтами// ОФиМГ. 2005 - №7.